Herrn Prof. Lamberts

Hygrometrie

oder

Abhandlung von den Hygrometern.

Aus dem Französischen übersetzt.

Augsburg,
bey Eberhard Kletts sel. Wittib.
1774.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Vorbericht.

Mit allem Rechte müssen Kenner und Liebhaber meteorologischer Instrumente dem berühmten und gelehrten Herrn Professor Lambert in Berlin es vielen Dank wissen, daß er sich die Mühe gegeben, ihnen ein sonst so gering geachtetes Instrument, als der Hygrometer um der vielen und mancherley Unvollkommenheiten willen gewesen, die man jederzeit an ihm bemerkte, und denen man nicht abzuhelfen wußte, in einem vollkommenern

Stande darzustellen, und in die Hände zu geben. Die unermüdete Geduld und Sorgfalt, womit dieser Gelehrte seine Versuche hierüber angestellet, um zuletzt auf eine sichere Bahn zu gelangen, zeigen, wie unbetreten dieser Weg bishero noch gewesen, und wie viele Schwierigkeiten dabey noch zu überwinden waren. Indessen hat es demselben doch so geglücket, daß man nun dieses Instrument mit Vergnügen und zu großem Vortheile der Meteorologie wird gebrauchen können. Davon zeuget auch die wichtige Abhandlung, welche derselbe in die Memoires de l'Acad. Roy. de Berlin Tom. XXV. hat setzen lassen, worinnen das ganze Verfahren, nebst dem darauf gegründeten Lehrgebäude beschrieben ist. Da aber dieses Buch nicht in jedermanns Händen ist, so habe ich geglaubt, manchen Liebhabern keinen unangenehmen Dienst zu erweisen, wenn ich diese

Abhand-

Abhandlung in die deutsche Sprache übersetzen, und solche allgemeiner und bekannter machen würde. Es ist zwar von eben diesem berühmten Gelehrten in dem folgenden, nämlich Tom. XXVI. eine Fortsetzung dieser Abhandlung von den Hygrometern geliefert worden, allein da die Zeit zu kurz war, so hat die Uebersetzung derselben noch nicht erfolgen können. Sie wird aber g. G. nächstens nachgeholet, und also Liebhabern ganz in die Hände gegeben werden.

Herr Prof. Lambert hätte nun schon damit zufrieden seyn können, und seine Verdienste um dieses meteorologische Instrument wären schon wichtig genug gewesen, wenn es auch nur bey dieser Abhandlung allein geblieben wäre: allein er wollte, daß seine Erfindung auch gemeinnütziger werden, und ein nach seiner Theorie eingerichtetes und gleich lautendes Hygrometer allen verständigen Lieb-

habern leicht zu Theil werden möchte. Daher hat er den in Augsburg befindlichen berühmten Mechanicum, Herrn Georg Friederich Brander, ermuntert, solche übereinstimmende Hygrometer nach seinen Lehrsätzen zu verfertigen, und solchen dazu durch seinen Rath und getreue Beyhülfe in den Stand gesetzet, daß er nun Liebhaber dieses Instrumentes, dessen Aussehen und Gestalt neben dem Titelblatte in Kupfer gestochen zu sehen ist, sattsam vergnügen und bedienen kann. Diejenigen, welche bereits etwas von seinen Arbeiten gesehen haben, wissen schon, wie vieles sie von demselben erwarten dürfen, und mir bleibt also nichts übrig, als mich und meine geringe Bemühungen um diese Schrift der schätzbaren Gewogenheit der Leser zu empfehlen.

Der Uebersetzer.

§. 1.

Obgleich unter allen Instrumenten, die man seit einem Jahrhunderte zu den Wetterbeobachtungen erfunden hat, kein einiges ist, welches nicht noch einiger Verbesserungen bedürfte, so kann man doch mit Wahrheit sagen, daß die Hygrometer noch am weitesten zurück geblieben sind. Das Barometer hatte sogleich bey seiner ersten Erfindung eine verständliche Sprache, mit den Thermometern hingegen verhielt es sich ganz anders. Erst im Jahre 1714 sendete **Fahrenheit** dem Herrn Wolff zwey übereinstimmende Thermometer, und bis auf den heutigen Tag verstehet man sich untereinander nur durch eine richtige Vergleichung derselben. Allein die Hygrometer sind noch immer so unvollkommen geblieben, als sie seit ihrer ersten Erfindung waren. Indessen ist dieses doch ein solches Instrument, welches man in Absicht auf die sehr verschiedenen Arten, die man davon hat, am allermeisten in veränderte

 Gestal-

Gestalten zu verwandeln gesucht hat. Ja es scheinet sogar, daß man sich mehr bemühet habe, es zu verändern und auszuschmücken, als genauer zu untersuchen, und die Sprache desselben verständlich zu machen. Da nun aber dieses Instrument deswegen nicht weniger wichtig ist, so habe ich es nicht für überflüßig gehalten, diejenigen Untersuchungen anzustellen, welche ich in dieser Abhandlung anzeigen will, und die Gelegenheit geben können, andere darnach zu verfertigen. Ich will daher sogleich zur Sache selbst fortgehen.

§. 2.

Ich glaube, ich werde nicht erst nöthig haben, zu erklären, was die Feuchtigkeit ist. Man darf nur im Nebel herum gehen, wenn man dieses wissen will, denn diese Feuchtigkeit fällt in die Augen, und kann empfunden werden. Man siehet sie auch in den Dünsten, die von den kochenden Flüßigkeiten in die Höhe steigen. Man erblicket sie, wenn sie sich im Winter an die Fenster anhänget, oder in Gestalt eines Reifs an die Körper anlegt, die in freyer Luft sind, oder endlich, wenn sie sich unter der Gestalt eines Thaues zeiget, der die wollichte Oberfläche der Pflanzen mit einer unendlichen Menge kleiner Tröpfgen bedecket. Sie hänget sich endlich sichtbar an die gläserne, metallische &c. Körper an, wenn man sie im Winter aus der Kälte in warme Zimmer bringet. Hier ist also nichts, das nicht jedermann wissen sollte. Man nennet einen

Körper trocken, wenn er keine merkliche Feuchtigkeit hat: wenn aber die Feuchtigkeit sehr stark ist, so nennet man denselben naß, oder auch tropfnaß, wenn man denselben in das Wasser oder in eine andere wässerigte Flüßigkeit eintauchet. Die Luft ist feucht, wenn sie merklich mit wässerigten Theilgen beladen ist, ist dieses aber nicht merklich, so sagt man, sie ist trocken. Der Grad der Feuchtigkeit der Luft ist die Massa oder auch das Gewicht aller wässerigten Theilgen, die in einem gewissen Raume, z. B. in einem Cubikschuh der Luft sich befinden. Hieraus siehet man, worauf es bey der Sprache der Hygrometer ankömmt, welche hiedurch am allerverständlichsten werden muß, und um so viel nothwendiger ist, da dieselbe zu vielen Untersuchungen in der Naturlehre unentbehrlich wird. Man muß diese Sprache verstehen, wenn man von der Geschwindigkeit des Schalles redet: sie ist von einem großen Nutzen bey der Lehre von den barometrischen Höhen, und macht auch einen wesentlichen Artikel in der ganzen Meteorologie aus. Selbst in der Oekonomie hat sie ihren Nutzen, wenn er auch nur darinnen bestünde, daß man dadurch erfahren könnte, ob diese oder jene Wohnung feuchter oder trockner sey, welches nicht nur einen großen Einfluß auf die Gesundheit hat, sondern auch auf alles, was man in denselben hat, und auf die Wohnungen selbst. Eben diese Sprache wird auch ein großes Licht über das Wachsthum der Pflanzen verbreiten, welchen die Feuch-

tigkeit bald nützlich, bald schädlich seyn kann. Wir wollen also die vornehmsten Erscheinungen derselben untersuchen, welche sich schätzen und messen lassen, und zu diesem Ende sie in ihrem ersten Ursprunge betrachten.

§. 3.

Es ist niemand unbekannt, was man durch die Ausdünstung verstehe. Das Wasser dünstet aus, und dieses ist eine von den allerbekanntesten Erscheinungen. Wenn man einen nassen Körper trocknen will, so darf man ihn nur der freyen Luft aussetzen. Er trocknet langsamer, wenn die Luft feucht ist, will man ihn aber geschwinder trocken haben, so muß man ihn dem Feuer näher bringen. Man weiß ferner, daß die Sonne zur Sommerszeit kräftig trockne, und daß dieses im Winter der Ofen verrichte. Dieses alles ist bekannt, und wird von niemand in Zweifel gezogen. Ist aber auch wohl das Maaß aller dieser Wirkungen bekannt? Ich läugne solches. Nicht, als ob man in dieser Absicht gar nichts gethan hätte: denn die Müller, die zuweilen das Wasser sparen müssen, besonders, wenn es anhaltendes trockenes Wetter giebt, und an solchen Orten, wo die Quellen schwach sind, oder leicht vertrocknen, die Müller, sage ich, haben schon lange Gelegenheit gehabt, die Ausdünstung des Wassers zu beobachten und zu bemerken. Allein dieses geschahe nur ganz überhaupt. Die bekannte Frage wegen dem Ursprunge der Quellen

len und Flüsse veranlaßte genauere Untersuchungen, und daher kam es auch, daß man die meteorologischen Instrumente noch mit denjenigen vermehrte, welche dazu bestimmet waren, die Menge des Regens und der Ausdünstung zu messen.

§. 4.

Anfänglich hat man durch die Versuche, die man in Ansehung dieser Sache gemacht, nichts anders, als nur überhaupt, zu erfahren gesucht, wie viel das Wasser jährlich ausdünste. Muschenbroek scheinet einer von den ersten gewesen zu seyn, die darauf gedacht haben, zu untersuchen, ob die Ausdünstung nur nach Maaßgabe der Oberflächen zunehme, oder ob auch die Tiefe des Wassers hiebey in Betracht gezogen werden müsse. Er glaubte, aus seinen Versuchen schließen zu können, daß bey gleichen Oberflächen die Menge des Wassers, welches in gleicher Zeit in cylindrischen oder prismatischen Gefäßen ausdünstet, mit den cubischen Wurzeln der Höhen in einem Verhältnisse stehe, so daß in einem Gefäße, welches acht Zoll hoch ist, zweymal mehr ausdünsten würde, als in einem andern, das nur einen Zoll hoch wäre, wenn sonst alles übrige einander gleich wäre. Ich weiß nicht, ob dieser berühmte Naturlehrer auf alle Umstände sorgfältig genug gesehen: allein ich merke wohl, worauf die ganze Frage ankommen kann, wenn man sie physikalisch betrachten will. Es ist bekannt, daß aus dem Wasser, besonders

wenn man solches erwärmet, eine Menge kleiner Luftbläsgen in die Höhe steiget. Ihre Bewegung im Aufsteigen wird immer schneller, wie man dieses gar deutlich sehen kann, und sie erhalten auch ein immer größeres Volumen auf eine nicht weniger merkliche Art. Die Ursache der einen sowohl als der andern Erscheinung ist sehr leicht einzusehen. Die Geschwindigkeit nimmt deswegen zu, weil diese Bläsgen achthundertmal leichter sind, als das Wasser, und sie folglich immer weniger gedrückt werden, je weiter sie in die Höhe steigen. Hernach vereiniget sich auch mit ihnen im Aufsteigen noch diejenige Luft, die sich in den Zwischenräumen des Wassers befindet, durch welche sie hindurch gehen müssen. Alles dieses ist sehr leicht zu begreifen, und kann auch in eine Rechnung gebracht werden, wie ich solches schon vor mehr als zwölf Jahren gethan habe, wovon ich aber jetzt nichts weiter gedenken will, weil es zu meiner gegenwärtigen Absicht nicht eigentlich gehöret. Ich will also nur dieses anmerken, daß diese Luftbläsgen, wenn sie zu der Oberfläche kommen, solche in die Höhe heben, welches aus den Kräften der Cohäsion leicht begriffen, und eingesehen werden kann. Einige derselben bleiben in diesem Zustande längere oder kürzere Zeit: endlich aber verdünnet sich, wie bey den Seifenblasen, das Wasserhäutgen, welches sie in die Höhe gehoben haben, weil das Wasser abläuft, so daß sie endlich in unendlich viele kleine Tröpfgen zerbersten, wovon die größten wieder in das Was-

ser

ser fallen, die kleinsten aber in der Luft schwimmen. Man siehet also, daß das Volumen des Wassers hiedurch, es sey so wenig als es wolle, vermindert werde, und wenn dieses die einige Ursache der Ausdünstung wäre, so ist klar, daß auch die Tiefe des Wassers in Betrachtung gezogen werden müßte, und folglich auch die Ausdünstung von der Figur des Gefäßes abhängen würde. Man siehet ferner, daß die Ausdünstung in einem weit stärkern und größern Verhältnisse mit der Tiefe vorgehen würde, als dasjenige ist, welches der Herr von Muschenbroek angiebt. Denn, da sich mit dem Luftbläsgen, welches in die Höhe steiget, alle Luft, welche dasselbe auf seinem Wege antrifft, vereiniget, so ist offenbar, daß das Wachsthum seines Volumens, in einem jeden Punkte des Raums, in einem Verhältnisse stehe mit der Oberfläche des Volumens, welches dieses Bläsgen schon erlanget hat.

§. 5.

Es ist dieses aber keineswegs die einige Ursache der Ausdünstung, ob sie gleich bey gewaltsamen Ausdünstungen eine große Wirkung thut, nämlich bey der Gährung und Aufkochung oder Aufbrausung, wo die Luft mit Gewalt aus ihren Zwischenräumgen heraus gejagt wird. Wo aber dieser gewaltsame Zustand nicht ist, da giebt es nicht sehr viele Bläsgen, deren Anzahl noch über das immer weniger wird, bis daß man gar keine mehr gewahr werden kann.

Indessen gehet doch die Ausdünstung immer fort, und daraus erhellet, daß man sich um eine andere Ursache davon bekümmern müsse. Bey allem diesem aber bleibet die Frage wegen der Tiefe des Wassers noch immer übrig: denn es ist gewiß, daß, wenn die Ursache der Ausdünstung in dem Wasser selbst zu suchen wäre, dieselbe nach dem Verhältnisse der Tiefe und der ganzen Massa des Wassers überhaupt mehr oder weniger zunehmen würde. Der Versuch des Herrn von Muschenbroek scheinet dieses zu beweisen, und ich selbst hatte im Jänner 1755 einen Versuch gemacht, der mich auf eben diese Gedanken brachte. Denn, nachdem ich in ein kleines Gefäß, das ein Parallelipipedum vorstellete, 240 Gran Wasser gegossen, und solches an einer Wage, dergleichen ich in den Actis Helveticis beschrieben, aufgehänget habe, und zwar in einem Zimmer, welches man täglich zweymal heizte; so fand ich, daß die Ausdünstung anfänglich viel stärker war, als zuletzt. Ob nun gleich bey steigender Kälte der Luft solches auch in dem Zimmer verspürt wurde, indem das Reaumurische Thermometer vier Grade tiefer stund; so konnte ich mich doch kaum bereden, daß dieser Unterschied die Geschwindigkeit der Ausdünstung so beträchtlich verändern könne. Der Erfolg war also gänzlich von der angegebenen Regel des Herrn von Muschenbroek unterschieden, und ich merkte hieraus, daß diese Sache eine noch viel genauere Untersuchung verdiente.

§. 6.

§. 6.

Indem ich aber diese Untersuchung von einem Jahre zu dem andern verschobe, so fiel mir der achte Theil der Schriften der königlich Schwedischen Akademie in die Hände; woraus ich sahe, daß schon der Herr **Wallerius** nicht nur die Regel des Herrn von Muschenbroek in Zweifel zoge, sondern auch, nachdem er die vielen Versuche, welche er zu diesem Ende angestellet hatte, genau erzählet, behauptete, daß sich die Ausdünstung nur nach dem Verhältnisse der Oberflächen richte, und es hiebey auf die Tiefe gar nicht ankomme. Er zeiget auch, daß die Geschwindigkeit der Ausdünstung von der Wärme und dem Winde abhänge, und erzählet endlich eine Menge von Versuchen, die er in Absicht auf die Ausdünstung der gesalzenen Wasser und anderer Flüßigkeiten angestellet hat. Alle diese Versuche scheinen mit genugsamer Sorgfalt gemacht worden zu seyn, obgleich Herr **Wallerius** zu den meisten derselben nur einige Stunden, oder höchstens ein oder zwey Tage, angewendet hat. Die Hauptregel, welche er also hiebey angiebt, ist das Verhältniß der Oberflächen, und ich glaube mit Recht hieraus schließen zu können, daß die Ursache der gewöhnlichen, das ist, einer nicht gewaltsamen (§. 4.) Ausdünstung, nicht in dem Wasser, sondern in der Berührung der Luft und des Wassers zu suchen sey: oder, um mich deutlicher auszudrücken, man muß die Luft als eine corrosivische, auflösende und verzehrende Flüßigkeit betrachten und annehmen, daß die

Ausdünstung durch eine Art der Solution vorgehe, so daß sich das Wasser in der Luft auflöset, wie sich die Salze in dem Wasser oder die Metalle in dem Scheid- oder Königswasser aufzulösen pflegen.

§. 7.

Da die Absicht meiner gegenwärtigen Abhandlung nur solche Versuche erfordert, die mit süßem Wasser gemacht worden, so habe ich für nöthig erachtet, alle diejenigen selbst anzustellen, die hierbey nützlich und erforderlich zu seyn scheinen. Um mich also von dem Gesetze der Oberflächen völlig zu überzeugen, fieng ich damit an, daß ich die Ausdünstung in einigen fast ganz cylindrischen Gläsern, die von verschiedener Größe waren, nicht nur einige Stunden, sondern einige Monate lang, nämlich von dem 24. April 1767 bis auf den 5. September dieses Jahrs beobachtete. Ja ich würde diese Versuche noch einige Wochen länger fortgesetzet haben, wenn ich nicht damalen meine Wohnung verändert hätte. Ich stellte sie aber auf folgende Weise an.

Ich nahm fünf beynahe ganz cylindrische Gefäße, und maß die Höhe, den Diameter des Bodens und der obern Mündung in Linien des Pariser Schuhes, worauf ich diese Gläser mit Nro. 1. 2. 3. 4. 5. bezeichnete. Ich muß dieses deswegen anzeigen, damit ich mich in dem folgenden dieser Abhandlung nur darauf beziehen kann. Die Maaße, welche ich genommen, waren folgende.

Nro.	Höhe	Diam. des Bod.	Diam. der Münd.	Volumen.
1.	80	31	$34\frac{3}{4}$	39 Cubiczoll.
2.	$59\frac{1}{2}$	28	32	$24\frac{1}{2}$
3.	38	26	32	$14\frac{1}{2}$
4.	29	18	$20\frac{1}{2}$	5
5.	25	14	18	3

Ich füllete hierauf diese Gläser mit Wasser an, welches ich einige Stunden lang zuvor in dem Zimmer habe stehen lassen, und setzte solche auf den Ofen, welcher sodann nicht mehr geheizet wurde. Sie blieben auch die ganze Zeit der Beobachtung hindurch an diesem Orte stehen, ohne daß sie jemand berührete. Nach einigen Tagen setzte sich ein wenig Staub darauf, der aber zum Theil zu Boden fiel, zum Theil sich an das Glas anhängte, so wie die Oberfläche wegen der Ausdünstung tiefer in dem Glase zu stehen kam, folglich blieb das Wasser selbst ganz klar, so lange diese Beobachtung dauerte. Damit ich aber denjenigen Theil, der ausdünsten würde, messen könnte, hatte ich zuvor auf die äußere Seite eines jeden Glases eine Scala oder Eintheilung in Linien aufgepappet, so daß ich, wenn ich mein Aug in gleicher Linie mit der Oberfläche des Wassers hielt, ganz leicht sah, wie hoch solche jedesmal stund. Der Ofen stund seitwärts, so daß der Wind nicht gerade vor demselben vorbey streichen konnte. Die meiste Zeit dieser Beobachtung hindurch, ließ ich am Tage ein Fenster gegen Morgen offen stehen, und bey der großen Hitze, welche wir dieses Jahr im Augustmonate gehabt haben,

blieb solches auch bey der Nacht offen, obgleich alsdann der Vorhang vorgezogen wurde. Indessen sah ich, daß dieses in Ansehung der Ausdünstung keine große Veränderung verursachte, ob sie gleich jederzeit, wenn das Fenster nicht geöffnet wurde, merklich geringer war. Man sieht aber, wie nöthig es gewesen, Gläser von verschiedener Höhe zu dieser Beobachtung zu gebrauchen, um den Zweifeln zu entgehen, welche in Absicht auf die Regel des Herrn von Muschenbroek hätten entstehen können: und es war dieses das sicherste Mittel, die sowohl zugleich als nacheinander sich ergebende Resultate der Ausdünstung zu erhalten. Die ersten vier Wochen setzten mich schon in den Stand, von dem übrigen zu urtheilen, daher ich mich auch zuletzt damit begnügte, daß ich wöchentlich die Beobachtung nur einmal wiederholte, und auf die Umstände der Zeit nicht einmal mehr Acht hatte.

§. 8.

Ich will die Resultate, welche ich beobachtet habe, in folgender Tabelle anzeigen, bey welcher die erste Reihe die Tage und Stunden, das Zeichen — Vormittag und das Zeichen + Nachmittag anzeiget. Die 5 folgenden Columnen bemerken die Höhe des Wassers in einem jeden Glase in Linien und Decimaltheilen der Linie. Die siebente Columne bezeichnet die Beschaffenheit der Luft, die achte den Stand des Barometers, welches, wie ich glaube, eine oder ein paar Linien zu tief stund; die neunte die Grade des Reaumurischen Thermometers, und die zehnte endlich zeiget an, ob das Fenster offen gestanden oder nicht. (Siehe Nro. 1. die gedruckte Tabelle.

T. St. 1767.	1.	2.	3.	4.	5.	Witterung.	Baro.	Therm.	Fenster.
April 24 + 5	78,0	57,2	35,7	27,2	21,1	klar, gewölk.	27, 8¾	11½	bey Tage offen.
25 − 8	77,9	57,1	35,6	27,1	21,0	trübe.	27,11	10½	- - - - - -
+ 3	77,2	56,8	35,3	26,8	20,7	gewölk.	27,11	10½	- - - - - -
26 + 3	77,0	56,4	34,9	26,4	20,3	klar	27,11¾	10½	- - - - - -
27 + 5	76,5	55,8	34,3	26,1	19,8	klar	27, 8¾	11	- - - - - -
28 + 3	76,2	55,4	33,9	25,7	19,2	klar, gew.	27,10½	11	- - - - - -
29 + 4	75,8	55,2	33,5	25,2	18,6	trübe, gew.	28, 2	11½	- - - - - -
30 + 3	75,3	54,8	33,2	24,8	18,2	klar	28, 1½	10½	- - - - - -
May 1 + 7	74,8	54,4	32,7	24,3	17,7	klar	28, 1½	9	- - - - - -
2 + 5	74,6	54,0	32,4	23,9	17,3	klar, Schneegest.	27,10½	9½	- - - - - -
3 + 5	74,1	53,7	31,9	23,4	17,0	gewölk.	27,11	8	verschlossen.
4						klar, Regen			- - - - - -
5 + 4	73,3	53,0	31,4	22,8	16,3	trübe, Regen	27, 6	9	- - - - - -
6 + 5	73,2	52,7	31,1	22,4	15,9	trübe, gew.	27, 7¾	9	- - - - - -
7		2				Sonnenschein.			offen.
8 + 4	72,5	52,0	30,5	21,8	15,2	gewölk.	27,11	11	verschlossen.
9						Sonnensch. Regen			
10 + 3	72,0	51,7	29,8	21,1	14,4	Sonnens. subt. Reg.	27, 9½	13	ein wenig offen.
11 + 4	71,8	51,5	29,5	20,9	14,0	gewölk. Regen	27,10	12	verschlossen.
12 + 4	71,4	51,2	29,2	20,6	13,6	gewölk. Sonnensch.	27,10¼	12½	offen 6 Stunden.
13 + 7	70,9	50,9	28,7	19,9	12,9	Sonnensch. klar	27, 9⅔	14⅓	offen 10 Stunden.
14 + 3	70,6	50,5	28,4	19,7	12,7	heiter	27, 9½	17	bey Tage offen.
15 + 4	70,2	50,0	27,9	19,3	12,4	subt. Regen, gewölk.	27,10½	16½	- - - - - -
16 + 5	69,7	49,5	27,4	18,7	11,9	Sonnens. subt. Reg.	27, 8½	17	- - - - - -
17 + 2½	69,3	49,1	26,9	18,1	11,3	klar	27, 9½	17	- - - - - -
18 + 6	68,8	48,5	26,4	17,7	10,8	Regen, Sonnensch.	27, 9¼	16	- - - - - -
19						Sonnensch. gewölk.			- - - - - -
20 + 3	68,0	47,8	25,6	16,9	9,9	gewölk. Sonnensch.	27, 8¾	17	- - - - - -
21						klar, gewölk.			- - - - - -
22 + 6	67,0	46,8	24,7	15,8	9,2	klar	27, 8¾	17	- - - - - -
23 + 3	66,5	46,5	24,2	15,4	8,8	Regen	27, 8	16	- - - - - -

T. St. 1767.	1.	2.	3.	4.	5.	Witterung.	Baro.	Therm.	Fenster.
May 24 + 3	66,0	45,9	23,8	15,0	8,3	Regen, Sonnensch.	27, 7½	13	Nachmitt. offen.
25 + 4	65,7	45,5	23,4	14,6	7,6	trübe, Regen	27, 8½	13	verschlossen.
26 + 3	65,3	45,2	23,0	14,2	7,2	Reg. Sonnens. Reg.	27, 6½	13½	- - - - -
27 + 4	64,9	45,0	22,7	14,0	7,0	Regen	27, 5	12½	- - - - -
28 + 4	64,6	44,7	22,3	13,7	6,7	Sonnenschein, klar	27, 6	13	offen.
29						Sonnensch. gewölk.			- - - - -
30						Sonnensch. gewölk.			- - - - -
31 + 3	63,3	43,2	21,0	12,5	5,4	Sonnensch. gewölk.	26, 7½	17	offen.
Jun. 1						klar			- - - - -
2						klar, heiter			- - - - -
3 + 5	61,3	41,3	19,4	10,8	4,1	heiter	26, 7½	18	- - - - -
4						heiter, gewölk.			- - - - -
5						heiter			- - - - -
6 + 7	58,5	38,4	16,8	8,5	1,8	heiter	27, 3	17	- - - - -
7 + 4	57,7	37,6	16,1	8,0	1,0	heiter	28, 1½	18	- - - - -
14 + 3	52,4	33,5	11,8	3,8					- - - - -
21 + 6	49,0	30,3	8,4						- - - - -
28 + 3	46,2	27,1	5,1						- - - - -
Jul. 5 + 5	42,8	24,5	1,6						- - - - -
13 + 1	39,3	20,5							- - - - -
Aug. 2 − 4	26,5	8,5							- - - - -
6 − 10	24,5								- - - - -
9 + 10	22,2								- - - - -
16 − 8	16,8								- - - - -
23 − 8	13,5								- - - - -
30 − 10	10,8								- - - - -
Sept. 5 + 4	8,5								- - - - -

§. 9.

Ich werde nicht nöthig haben, eine weitläufige Vergleichung der Zahlen dieser Tabelle anzustellen, da man sie selbst gar leicht machen kann, wenn man diese Zahlen in eine Figur verwandelt. Denn man siehet von selbst, daß die Zeit durch die Abscissen und die Höhe des Wassers durch die Ordinaten vorgestellet werden können. Dieses habe ich auch in der ersten Figur gethan, wo man die Linie der Abscissen in Wochen, von dem 26sten April an, abgetheilet siehet. Daben erblicket man auch noch die fünf krummen Linien 1, 2, 3, 4, 5, deren Ordinaten die Höhe des Wassers in den Gläsern, die mit diesen Nummern bezeichnet worden, vorstellen. Die Ordinate vom 26sten April ist in Zolle eingetheilet, und der erste Zoll in zwölf Linien, der zu einer Scala für die Ordinaten dienet. Auf diese Weise siehet man sogleich, daß diese fünf krummen Linien sich nicht viel krümmen oder beugen, sondern vielmehr einen gewissen Parallelismus unter sich behalten. Anfänglich fallen sie nicht stark ab, welches daher rühret, weil in dem Maymonate das Fenster öfters verschlossen, und die Wärme sehr gering war. Gegen den Junius hin aber hörte dieses doppelte Hinderniß der Ausdünstung auf, und daher kömmt es auch, daß von demselben an diese krummen Linien mehr abfallen. Gegen das Ende dieses Monats verminderte sich die Wärme wieder, und das Fenster blieb nicht immer offen, daher

Tab. I. Fig. 1.

 siehet

siehet man auch diese krummen Linien sich etwas weniger beugen, obgleich immer sehr parallel. Hieraus erhellet, daß die Regel des Herrn Wallerius vollkommen richtig ist, und daß man allerdings behaupten könne, daß die Ausdünstung blos nach dem Verhältnisse der Oberflächen fortgehe, oder daß die verticale Höhe blos nach dem Verhältnisse der Zeit abnehme, wenn alles übrige gleich ist, das ist, wenn einerley Lage, einerley Wärme, einerley Luft 2c. statt findet.

§. 10.

Da während diesen Beobachtungen die Gläser in einem Zimmer stunden, so kann man leicht vermuthen, daß die Ausdünstung langsamer von statten gieng, als wenn sie der freyen, besonders einer sehr trockenen Sommerluft wären ausgesetzt worden. Jedoch, wenn ich eine mittlere Zahl nehme, so finde ich, daß die Ausdünstung in 120 Tagen 66 Linien oder $5\frac{1}{2}$ Zoll betragen habe, welches in einem ganzen Jahre beynahe 18 Zoll ausmachen würde: welches gerade die mittlere Höhe des Regens ist, der in einem Jahre herab fällt. Man siehet also hier eine gegenseitige Ersetzung: denn obgleich im Sommer die Ausdünstung in freyer Luft stärker ist, so muß sie doch im Gegentheile zu andern Zeiten viel schwächer seyn, besonders bey großer Kälte, oder wenn die Luft schon mit so vieler Feuchtigkeit überladen ist, daß sie keine andere mehr aufnehmen kann.

§. 11.

T.	St.	1.	2.	3.	4.	5.	Witterung.		Therm.	Fenster.
August 6 —	10		48,5	34,0	26,2	20,2	heiter			offen.
7 +	1		44,2	28,7	20,8	14,2	heiter		22	Vorhang.
8 —	8		40,6	25,7	18,0	10,2	heiter, klar		25	vorgezogen.
9 —	8		36,6	22,3	13,8	5,3	heiter		25	
10 —	8		33,5	19,2	11,0	1,5	klar		25	
11 —	8		30,5	16,0	7,5		trübe, klar		25	
12 —	8		27,2	12,8	4,5		klar		25	
13 —	7½		24,0	9,8			klar			
14 —	8		20,5	7,0			klar, gewölk.		21	
15 —	10		17,5	2,5			gewölk. Regen		20	
16 —	8		15,4				klar, Regen		19	
17 —	8		11,7				Sonnensch. Regen		17	
18 —	8		10,0				gew. Sonnens. trüb		17	
19 —	9		8,0				Regen, trübe		17	
20 —	8		7,2				trüb, Sonnschein		15	
21 —	8		5,3				gewölk. Regen		15	
22 —	8		4,3				Sonnenschein		15	
23 —	8		3,0				trüb, Sonnenschein		17	
24 —	8		1,5				gewölk. Regen		17	
25 —	8		0,5				Sonnenschein		17	

§. 11.

Damit ich aber erfahren möchte, was nicht nur in freyer Luft, sondern selbst in der größten Sommerhitze geschehen würde, so bediente ich mich vier auf einander folgenden schönen Tage, welche wir in eben diesem Jahre vom 6. bis zum 9. August hatten. Ich füllete demnach die Gläser Nro. 2. 3. 4. 5. wieder, und setzte sie an ein Fenster, welches offen stunde, und die Sonne vom Morgen bis auf den Abend hatte, indem es bis auf ungefähr 5 Grade die Lage gerade gegen Mittag hatte. Und obgleich die schöne Witterung unterbrochen wurde, so fuhr ich doch mit diesen Beobachtungen so lang fort, bis das Wasser völlig ausgedünstet war, welches auf die Weise geschahe, wie man in der folgenden Tabelle sehen wird. (Siehe die gedruckte Tabelle Nro. 2.)

§. 12.

Man siehet wohl, daß hier alles geschwinder gieng; denn das Glas Nro. 5. war in fünftehalb Tagen trocken, wozu nach der vorhergehenden Beobachtung 45 Tage, und also zehnmal längere Zeit erfordert wurde. Nach dieser Tabelle habe ich die andere Figur gezeichnet, in welcher die vier krummen Linien N. 2. 3. 4. 5. die vier Gläser, die ich zu dieser Beobachtung gebraucht habe, vorstellen. Die Abscisse ist in Tage, nämlich von dem 6. bis zu dem 14. August eingetheilet, und die erste Ordinate zeiget die Zolle und Linien der Höhe des Wassers an. Die krummen Linien

Fig. 2.

sind

sind auch hier nicht sehr krumm, aber der Parallelismus derselben ist nicht mehr so genau, indem besonders die krumme Linie N. 5. stärker abfället, welches, wie ich vermuthe, daher rühret, weil das Glas kleiner war, und also auch leichter erwärmet werden konnte. Außerdem, wenn das Fenster bey der Nacht zugemacht werden sollte, mußten die Gläser weggenommen werden, und die Schwierigkeit, sie wieder in eben diese Lage zu setzen, scheinet die Anomalie verursachet zu haben, die man in der krummen Linie N. 4. von dem 10. August an erblicket. Endlich aber konnte man auch die Gläser nicht völlig so stellen, daß die Sonne zugleich und in einem Augenblicke sie alle anfienge und wieder aufhörte zu bescheinen. Bey dem allen aber siehet man doch, daß die krummen Linien beynahe gerade sind, und daß sie merklich einigen Parallelismus zeigen. Ich schließe hieraus, daß auch in solchen Fällen, wo die Sonne die Ausdünstung beschleunigen hilft, die Ausdünstung nach der Beschaffenheit der Oberflächen sich richte, weil die Höhe des Wassers abnimmt nach dem bloßen Verhältniß der Zeit, wenn alle übrige Sachen einander gleich sind.

§. 13.

In dem Octobermonate füllete ich noch einmal das Glas N. 3. und setzte es vor ein Fenster, das gegen Norden war, wo die Sonne nicht darauf fallen konnte. Von dem 22sten October bis zu dem 15ten November fiel das Wasser durch die bloße Ausdünstung von 33 Linien,

nien, denn so hoch stund es anfänglich bis zu 24, 7 Linien herab, und folglich dünstete es in 24 Tagen 8, 3 Linien aus, welches weniger ist, als in dem ersten Versuche, ohngeachtet das Thermometer in diesen 24 Tagen beständig zwischen 5 und 9 Graden über Temperé stehen blieb.

§. 14.

Damit ich aber das Gesetz der Oberflächen vollständig untersuchen und erforschen möchte, so machte ich mir den folgenden Winter zu Nutze, um die Gläser auf den warmen Ofen zu setzen. Ich stellte anfänglich nur das Glas N. 3. darauf, damit ich den Erfolg davon nur gleichsam im Großen sehen möchte. Da die Kälte noch nicht sehr groß war, so ließ ich nur des Morgens einheizen. Das Thermometer stund in freyer Luft einen oder zwey Grade unter dem Frierpunkte, und in dem Zimmer, wo es bey dem Fenster aufgehänget war, zeigte es eine Veränderung zwischen 8 und 12 Graden. Ich beobachtete die Höhe des Wassers alle Morgen ehe man einheizte, und ich fand solche

den 3. December	-	30, 5 Linien.
4.	- - - -	26, 5
5.	- - - -	21, 2
6.	- - - -	17, 0
7.	- - - -	10, 5
8.	- - - -	5, 5
9.	- - - -	0

Hieraus sahe ich, daß die Ausdünstung sehr beträchtlich, und nicht viel geringer war,

 als

als jene, welche vom 6. bis zum 10. August durch die Sonne in freyer Luft hervor gebracht worden.

§. 15.

Hierauf setzte ich die Gläser N. 2. 3. 5. auf den Ofen und die Ausdünstung war folgender maßen beschaffen.

1767.	T.	St.	1.	2.	3.	4.	5.
Dec.	10 —	8		56,5	33,3		21,0
		0		56,0	32,3		19,5
		✝ 2½		54,7	32,0		18,5
		✝ 9		54,2	31,6		17,2
	11 —	9		53,5	31,0		16,8
		0		52,8	30,3		14,3
		2		51,8	29,4		13,0
		6		51,0	28,5		11,6
	12	0		48,6	26,6		8,7
		✝ 8		46,2	24,8		5,6
	13 —	9		45,5	23,6		4,6
		0		45,0	23,2		2,6
		✝ 12		42,7	21,3		0
	14 —	9		42,0	21,0		
		✝ 12		38,0	17,0		
	15 —	9		37,5	16,5		
		0		36,4	15,0		
		✝ 10		35,0	14,0		
	16 —	9½		34,2	12,8		

1767. Dec.

T.	St.	1.	2.	3.	4.	5.	
17	— 9		28,8	7,6			
	0		27,2	5,2			
	+ 6		25,3	3,3			
18	— 8½		24,0	2,1			
	0		20,6	0		21,6	von neuem gefüllt.
	+ 2½		19,6			19,7	
19	— 9		17,5			17,5	
	0		15,0			14,0	
	+ 6		12,0			10,0	
20	— 8½		10,7			9,0	
	0		9,0			6,2	
	+ 2		7,2			3,6	
	+ 7		6,0			1,5	
21	— 11		0			0	
22	— 9		57,8				von neuem gefüllt.
	0		55,2				
	+ 2		51,8				
	+ 8		49,0				
23	— 8		48,0				
	0		46,0				
	+ 10		42,7				
24	— 9		42,0				
	+ 2		38,6				
	+ 9		36,2				
25	— 8		35,7				
	0		32,8				
	+ 9		29,0				

1767.	T. St.	1.	2.	3.	4.	5.
Dec.	26—8		27,2			
	0		24,0			
	27—8		20,0			
	0		17,0			
	+2		15,0			
	28—9		12,7			
	+2		6,6			
	+8		5,2			
	29—9		4,5			
	0		0			

§. 16.

Diese Beobachtungen bestätigen nun überzeugend genug die Richtigkeit des Gesetzes der Oberflächen. Die kleine Unrichtigkeiten, die man dabey bemerket, kommen nicht nur daher, weil es unmöglich war, gleich einzuheizen, sondern auch, weil man nach und nach stärker einheizen mußte, so wie die Kälte zunahm und stieg, indem es den 15. December anfieng zu frieren, und das Thermometer an dem 26sten in freyer Luft bis zu 8 Graden unter den Eispunkt herab gesunken war. Die Ausdünstung wurde dadurch stärker, und dabey auf eine sehr regelmäßige Art. Ich muß auch dieses bemerken, daß die Gläser N. 2 und 5 einen ziemlich gleichen Stand hatten, das Glas N. 3 aber näher an der Mauer stund, daher solches auch nicht so warm wurde, und die Ausdünstung desselben langsamer von statten gieng.

1768.	T.	St.	No. 3.	Witterung.	Thermometer in dem Glase.	in dem Zimmer.	in freyer Luft.	
Jänner.	6	+ 0,12	22,2	- - - -	60	11½		
		+ 0,48	21,0	- - - -	56	12		
		+ 1,12	20,0	- - - -	52	12¼		
		+ 1,42	19,1	- - - -	50	12¼		
		+ 2, 6	18,1	- - - -	48	12¼		
		+ 4, 9	15,9	- - - -	35	11		
		+ 4,42	15,7	- - - -	32	10¼		
		+ 5,50	15,0	- - - -	30	10		
		+ 7, 7	14,2	- - - -	27	9		
		+ 8,10	13,8	- - - -	22	8½		
		+ 9, 8	13,8	- - - -	21	8		
	7	— 8,40	35,5	geheizt	6	4⅓	— 9	von neuem gefüllt.
		— 9,24	35,5	- - - -	11	5		
		— 10, 0	35,4	- - - -	20	5½		
		— 11,53	34,2	- - - -	45	10		
		+ 0,45	33,5	- - - -	42	11		
		± 1,22	33,0	leichtes Gew.	40	11½		
		+ 2, 8	32,2	geheizt	38	10		
		+ 3, 4	31,6	geheizt	38	10¾		
		+ 6,38	29,1	- - - -	37	10½		
		+ 7,43	28,8	- - - -	34	10½		
		+ 8,30	28,2	- - - -	31	10¼		
		+ 10,13	27,4	- - - -	26	9¾		
	8	— 8,15	25,6	geheizt	11	5½	— 10	
		— 9,33	25,2	- - - -	22	6½		
		— 10, 7	25,1	- - - -	30	7½		
		— 10,45	25,0	- - - -	35	8		
		+ 0,21	23,8	- - - -	37	9		
		+ 1,25	23,0	- - - -	35	9¼		
		+ 2,58	21,9	- - - -	30	9		
		+ 9, 6	18,8	geheizt	18	7		
		+ 10, 6	18,6	- - - -	31	7½		
	9	— 8,20	16,6	geheizt	12	5	— 8½	

N. 3. Diese Tabelle gehört zu Ende des 17. §. Seite 27.

1768.	T. St.	No. 3.	Witterung.	Thermometer in dem Glase.	Thermometer in dem Zimmer.	Thermometer in freyer Luft.	
Jänner	2 — $9\frac{1}{2}$	33,5	geheizt	0	6	— 13	
	— 10	33,7	neblicht	35			
	— 11	33,1	- - - - -	50			
	+ $0\frac{1}{2}$	31,3	- - - - -	48			
	+ 2	29,7	- - - - -	40	10		
	+ 3,10	28,8	Sonnensch.	34			
	+ 8,10	27,0	klar	28			
	3 — 9, 0	25,8	geheizt, klar	8	$3\frac{1}{2}$	— 14	
	— 10,10	25,8	- - - - -	28	$5\frac{1}{4}$		
	+ 0,45	23,7	Sonnensch.	50	8		
	+ 2,10	21,4	klar	43			
	+ 3,55	20,3	- - - - -	35			
	+ 8,45	18,3	- - - - -	18			
	4 — 8, 0	17,3	geheizt	6	$2\frac{3}{4}$	— $14\frac{1}{2}$	
	— 10,20	17,3	- - - - -	23	4		
	— 11,56	15,9	- - - - -	49	7		
	+ 1,20	13,6	- - - - -	45	9		
	+ 5,50	10,9	gewölk.	25	6		
	5 — 8,45	9,1	geheizt, klar	8	2	— 13	
	— 10,55	8,5	- - - - -	49	6		
	— 11,54	5,9	- - - - -	56	9		
	+ 0,55	3,0	- - - - -	50	10		
	+ 2,12	34,7	- - - - -	28	10		von neuem gefüllt.
	+ 6,55	32,8	geheizt	30	8		
	+ 8, 1	31,8	- - - - -	44	9		
	+ 9, 5	30,7	- - - - -	43	$9\frac{1}{2}$		
	+ 10,10	29,5	- - - - -	38	$9\frac{1}{2}$		
	+ 10,40	29,3	- - - - -	36	9		
	6 — 8,43	26,7	geheizt	12	5		
	— 9,55	26,4	- - - - -	24	6		
	— 10,28	26,2	- - - - -	42	$7\frac{1}{2}$		
	— 10,55	25,5	- - - - -	53	9		
	— 11,15	25,0	- - - - -	58	10		
	— 11,34	24,0	- - - - -	60	11		

gieng. Uebrigens will ich hier die krummen Linien, die ich nach diesen Beobachtungen gezeichnet habe, nicht anzeigen. Sie krümmen sich regelmäßig genug, so daß sie, ohngeachtet ihrer täglichen Inflexionen, die ihnen eine Schlangenfigur geben, die Concavität gegen die Achse hin wenden, welches ein Zeichen der beförderten Ausdünstung ist. Ich habe hieraus aber auch gelernet, daß ich sie noch umständlicher wiederholen, und besonders ein Thermometer in das Wasser stellen müsse, um auch die Veränderungen der Wärme bemerken zu können.

§. 17.

Zu diesem Ende bediente ich mich nur allein des Glases N. 3, welches ich ganz nahe an den obern Theil des Ofens hinsetzte. Ich stellte zugleich ein Thermometer in das Glas, ein anders Thermometer hängte ich neben dem Fenster, das gegen Mittag war, auf, und ein drittes hatte ich in der freyen Luft gegen Norden. Ich bemerkte dabey auch die Witterung und die Stunde, zu welcher der Ofen geheizt worden. Diese Beobachtungen setzte ich fort von dem zweyten Jänner bis zu dem sechsten: den fünften mußte ich das Glas von neuem füllen, und den siebenten füllete ich solches noch einmal, nachdem ich es ein wenig näher gegen die Mauer hingesetzt hatte. Die Beobachtungen, welche ich gemacht habe, sind folgende. (Siehe N. 3. die gedruckte Tabelle.)

Bey diesen Versuchen geschahe es nach Wunsch, daß in den ersten drey Tagen bis auf ungefähr einen Grad gleich geheizet wurde. Dieses bewog mich, den Gang des Thermometers mit der Abnahme des Wassers in der dritten Figur zu vergleichen.

Fig. 3.

Die Achse ist daselbst in Tage und der erste Tag in Stunden eingetheilt. Man siehet auch dabey eine Scala für die Ordinaten, welche die Linien der Abnahme des Wassers, und eine andere, welche die Grade des Thermometers vorstellet. Die krumme Linie, wodurch die Abnahme des Wassers angezeiget wird, fällt schlängelnd ab, man siehet aber, daß dieses in den drey ersten Tagen zwischen zwey geraden Parallellinien geschiehet: an dem fünften Jänner aber fällt sie unter diese herab, allein das Thermometer stund auch an demselben zehen Grade höher, und hieraus wird die Abweichung begreiflich, welche man daselbst, wo die krumme Linie sich mit der Achse vereiniget, bemerket. Da in den drey vorhergehenden Tagen der Gang des Thermometers beynahe immer gleich war, so sind auch, wie man siehet, die Inflexionen oder Beugungen der krummen Linie der Ausdünstung einander sehr ähnlich. Hieraus folgt aber, daß das Gesetz der Oberflächen noch statt findet, wenn auch das Wasser bis zu dem fünfzigsten Grade des Reaumurischen Thermometers erhizet wird: ja man siehet zugleich, wie groß der Einfluß der Wärme auf die Geschwindigkeit der Ausdünstung sey.

§. 18.

§. 18.

Da ich mich bey allen diesen Versuchen nur darauf eingeschränket habe, die Höhe des Wassers zu messen, damit ich dich Gläser nicht bewegen dürfte, so ist offenbar, daß diese Höhe allezeit durch die Ausdehnung, welche die Wärme hervor gebracht hat, vermehret worden. Allein dieses hat beynahe gar keinen Einfluß auf das Resultat dieser Beobachtungen. Denn das Wasser dehnet sich kaum halb so stark aus, als ein mittelmäßiger Weingeist, so daß, wenn man auch eine Ausdehnung von 40 auf 1000 für den Raum zwischen dem Eis und siedenden Wasser annehmen wollte, dieses nur eine Ausdehnung von 25 auf 1000 für die fünfzig Grade des Thermometers betragen, folglich die Höhe des Wassers nur um $\frac{1}{40}$ auf das höchste dadurch vermehret würde. Da aber das Wasser sehr schnell erwärmet wurde, so war die Wirkung davon diese, daß, so lang der Ofen heiß war, oder das Thermometer stieg, die Höhe des Wassers beynahe gleich blieb, hernach aber etwas geschwinder abnahm, wenn das Thermometer wieder anfieng zu fallen. Da aber die Wirkung sehr gering war, so habe ich mich darum nicht weiter bekümmert, ob es gleich sehr leicht gewesen wäre, die erforderliche Reduction zu machen.

§. 19.

Was die Beobachtung des sechsten Jänners betrifft, so habe ich solche in Fig. 4.

in der vierter Figur etwas größer vorgestellet. Die Abscisse ist in Stunden und die erste Stunde von zehen zu zehen Minuten abgetheilt. In Absicht auf die Ordinaten findet man daselbst zwey Scalen; die eine gehöret für das Thermometer, die andere für die Ausdünstung. Die krumme Linie ABC zeiget den Gang des Thermometers oder die Erwärmung des Wassers an: und die krumme Linien DEF stellet die Senkung seiner Oberfläche vor. Ich habe mich einer ähnlichen Figur, die aber größer gezeichnet ist, bedienet, um die Geschwindigkeit der Ausdünstung mit den Graden der Wärme zu vergleichen. Zu diesem Ende mußte für eine jede Ordinate P, H eine Tangentenlinie EG gezogen werden, um den Schluß daraus zu ziehen: Wie sich die Zeit PG zu EP verhält, so verhält sich auch eine Zeit von 24 Stunden zu einer vierten Zahl, welche anzeiget, wie viele Linien in einem Tage ausdünsten, wenn die Wärme des Wassers diese ganze Zeit über = PH ist. Hierdurch fand ich, daß bey einer

Wärme von		die tägliche Ausdünstung beträgt
61°	— — —	67 Linien.
60	— — —	65
49	— — —	$39\frac{1}{2}$
35	— — —	17, 2
23	— — —	8, 7

Diese Zahlen, mit einer kleinen Verbesserung, die man der letzten geben mußte, bilden

die

die krumme Linie der fünften Figur. Die Abscissen sind eingetheilet in Grade des Thermometers, und die Ordinaten in Zolle und Linien der übereinstimmenden Ausdünstung. Da die krumme Linie ihre Convexität gegen die Achse hinwendet, so folget hieraus, daß die Ausdünstung in einem stärkern Verhältnisse zunehme und steige, als die Grade des Thermometers.

Fig. 5.

§. 20.

Bey diesen Versuchen stieg die Wärme nur bis zu dem sechzigsten Grade, da das siedende Wasser bis auf den achtzigsten hinauf steiget. Ich mußte also noch sehen, was geschehen würde, wenn das Wasser zu einem heftigen Sieden gebracht würde. Zu diesem Ende nahm ich einen Cylinder von weißem Bleche, der im Diameter 16 Linien und in der Höhe 22 Linien hatte. Ich goß siedendes Wasser hinein, setzte ihn auf ein Kohlfeuer, damit das Wasser im Sieden bliebe, und fand, daß in einer Zeit von 25 Minuten alles Wasser ausgedünstet war. Weil in dem Cylinder das Wasser 20 Linien hoch stund, so giebt dieses 48 Linien oder 4 Zoll für die Stunde, und folglich 96 Zoll oder 8 Schuhe für den Tag. Diese Summe ist sehr beträchtlich, allein es ist hier nicht die Ausdünstung allein, welche diese Wirkung hervor bringt. Das Wasser kochte heftig, und warf unendlich viele kleine Tröpfgen in die Luft, von welchen ein großer Theil nicht wieder in den Cylinder zurück fiel, weil er

nicht

nicht breit war. Ich habe übrigens schon oben angemerket, was bey einer dergleichen heftigen Ausdünstung vorgehe, (§. 4.) und solches ist auch die Ursache, daß sie mit den Versuchen, welche ich itzt angeführet habe, nicht in Vergleichung gesetzet werden kann.

§. 21.

Es würde schwer genug seyn, für die krumme Linie der fünften Figur a priori eine richtige algebraische Aequation zu finden, weil man in solchem Falle die Art und Weise, wie die Luft auf das Wasser wirket, und die Kräfte der Cohäsion, die sich in dem Wasser selbst dagegen setzen, besser einsehen und verstehen müßte. Indessen können wir doch immer die allgemeinen Nebenumstände anzeigen, auf welche diese krumme Linie passen muß. Erstlich ist bekannt, daß die corrosivische oder auflösende Kraft der Luft noch auf das Eis wirket; daher kömmt es, daß der Punkt A, ob er gleich mit dem Frierpunkte übereinstimmet, nicht eigentlich der Anfang der krummen Linie ist, sondern daß die krumme Linie daselbst die Achse oder die Linie der Abscissen unter einem gewissen Winkel schneidet, so daß die Abscisse noch negativ werden kann, ob sie gleich, was die ersten negative Grade betrifft, allem Ansehen nach einige kleine Unrichtigkeiten hat. Da ferner die krumme Linie ihre Convexität ziemlich gleichförmig gegen die Linie der Abscissen hinwendet, so gehet dieses ohne Zweifel so fort, über den sechzigsten Grad der

Wär=

Wärme hinaus, obgleich die Wirkungen der heftigen oder gezwungenen Ausdünstung (§. 4.) je mehr sie sich dem achtzigsten Grade nähert, anfangen merklich zu werden, und endlich die Oberhand behalten. Dieses macht, daß hernach die Absciſſen noch stärker wachsen, als in der Figur, die nur bis zu dem sechzigsten Grade sich erstrecket. Aus dieser Krümmung kann man einiger maßen auf die Kräfte schließen, die bey der Ausdünstung wirken. Denn weil die Ausdünstung nach dem Gesetze der Oberflächen vorgehet, so muß die wirkende Kraft, wie ich schon oben diesen Schluß gemacht habe, in der Luft gesucht werden (§. 6.). Diese Kraft wirket desto leichter, je mehr die Kräfte der Cohäsion in dem Wasser abnehmen und geschwächet werden, wozu die Hitze durch die verursachte Ausdehnung vieles beyträgt. Diese Ausdehnung muß die Kräfte der Cohäsion nothwendig schwächen, denn man siehet, daß das Wasser um so viel flüßiger ist, je wärmer es ist. Folglich werden die Zwischenräume erweitert, die zwischen den Wassertheilgen sich befinden, und dadurch erhalten die Lufttheilgen einen freyen Zutritt, daß sie die Wassertheilgen desto leichter verschlucken können, und die krumme Linie zeiget, daß diese Wirkung immer stärker wird. Indessen will ich nicht behaupten, daß die Ordinate, die dem achtzigsten Grade der Wärme ähnlich ist, die Asymptote derselben sey. Denn, so stark auch die Ausdünstung ist, so zeiget doch der oben angeführte Versuch (§. 20.), daß sie nicht plötzlich und auf einmal

mal geschiehet, sondern daß sie einen bestimmten Grad der Geschwindigkeit beobachtet. Sodann ist auch bekannt, daß der Grad des kochenden Wassers von der Höhe des Barometers abhängt, und daß man demselben in der Maschine des Papins einen viel größern Grad der Wärme geben kann. Ja man weiß auch, daß, wenn man in geschmolzenes Kupfer Wasser gießet, solches eine Art eines plötzlichen und zugleich sehr gefährlichen Aufwallens hervorbringe. Und endlich ist auch bekannt, wenn man Wasser auf geschmolzenes Silber gießet, daß solches größtentheils auf demselben bleibet, und nur sehr langsam ausdünstet. Es scheinet, daß in diesem Falle die Luft sogleich ganz heraus gejagt worden, und daß die gröbern Wassertheilgen sich darinnen erwärmen, bis daß sie sich entzünden. Es ist also offenbar, daß die krumme Linie der fünften Figur, wenn sie bey der Ordinate des achtzigsten Grades oder überhaupt des Grades des gemeinen Siedens vorbey gegangen ist, nicht nur weiter fortgehet, sondern auch dabey solchen Gesetzen folget, die man nicht leicht vorher sehen kann. Jedoch kann man hiebey eine kleine aber vortreffliche Abhandlung nachsehen, welche der Herr Leidenfrost 1756 zu Duisburg heraus gegeben, und der Academie dediciret hat: De aquae communis nonnullis qualitatibus.

§. 22.

Ob nun gleich die krumme Linie in der fünften Figur durch die Theorie nicht so leicht bestimmet wer-

den kann, so kann man sich dennoch, wenn man davon nur einen Gebrauch machen will, damit begnügen, daß man an ihrer Statt eine krumme Linie von der parabolischen Art annimmt, die von o bis zu dem sechzigsten Grade der Wärme nicht merklich davon abweichet, welches wenigstens zu den Wirkungen der ordentlichen oder nicht gezwungenen Ausdünstung hinlänglich seyn wird. Ich habe folgendes gefunden. Wenn x der Grad des Thermometers über dem Frierpunkte ist, y aber die Zahl der Linien des Wassers, die in einer Zeit von 24 Stunden ausdünsten, wenn das Wasser den Grad der Wärme x hat, so wird es ungefähr also seyn

$$y = \tfrac{2}{15}x + \tfrac{1}{200}x^2 + \tfrac{13}{72000}x^3 + \&c.$$

Oder wenn man auch die Grade von zehen zu zehen zählet, und $\xi = 10x$, so wird seyn

$$y = \tfrac{4}{3}\xi + \tfrac{1}{2}\xi^2 + \tfrac{13}{72}\xi^3 + \&c.$$

Wir wollen diese Formel mit den Ordinaten der krummen Linie vergleichen. Es wird seyn

x	ξ	Ordinate.	Calcul.
10	1	2	$2 + \frac{1}{72}$
20	2	6	$6 + \frac{1}{9}$
30	3	13	$13 + \frac{3}{8}$
40	4	24	$24 + \frac{8}{9}$
50	5	41	$41 + \frac{53}{72}$
60	6	65	65

Man siehet hieraus, daß alle Differenzen unter einer Linie sind. Es findet sich aber in der Formel

$$y = \frac{4}{3}\xi + \frac{1}{2}\xi^2 + \frac{13}{72}\xi^3 + \&c.$$

noch ein anderer Umstand, der einige Aufmerksamkeit verdienet, und welcher darinnen bestehet, daß man davon nur abziehen darf

$$\frac{1}{3}\xi \quad * \quad + \frac{1}{72}\xi^3$$

um zu erhalten

$$y' = \xi + \frac{1}{2}\xi^2 + \frac{1}{6}\xi^3 + \&c.$$

§. 23.

Dieses bringt mich auf die Gedanken, daß es gar wohl seyn könnte

$$y = e^{\xi} - 1.$$

Ich habe dahero für die Ordinaten eine logarithmische Aequation gesuchet und gefunden, daß folgende

$$\text{Log.}\left(\frac{3y+13}{13}\right) = \frac{x}{60}\,\text{Log. } 16.$$

bis ungefähr auf eine Linie damit übereinkommet. Diese Formel findet man, wenn man die Ordinaten 0, 13, 65, welche mit den gleich weit abstehenden Absciſſen 0, 30, 60 übereinstimmen, für die Basis annimmt. Vergleicht man hierauf solche mit den Ordinaten der Figur, so findet man

x	Ordinate y	Calcul.
0	0	0
10	2	2,54
20	6	6,57
30	13	13
40	24	23,10
50	41	39,33
60	65	65

woraus man siehet, daß die Differenzen sehr klein sind. Wenn man diese Formel annimmt, welche darauf hinaus lauft

$$\log.\left(y+\frac{13}{3}\right)=\frac{x}{60}\log.16+\log.\frac{13}{3},$$

so siehet man, daß man die Abscisse AB um etwas weniges tiefer setzen müsse, damit sie mit der Asymptote der krummen Linie AC einfalle. Hierauf muß der Anfang der Abscissen A ein wenig weiter gegen die vierte Figur oder den vordern Theil der Kupfertafel gezogen werden, welches angegeben wird, wenn man setzet

$$y+\frac{13}{3}=\eta$$

$$x+\frac{60}{\log.16}\log.\frac{13}{3}=z$$

Hiedurch wird man erhalten

$$\log.\eta=\frac{\log.16}{60}z$$

oder auch

$$\log.\eta=m.z,$$

 wel-

welches giebt

$$dy = m\,y\,dz,$$

das ist, das Wachsthum der Ausdünstung dy stehet in einem zusammengesetzten Verhältnisse mit dem Grade der Ausdünstung y und mit dem Zunehmen der Wärme dz, welches auch eben so viel sagen will, als wenn man setzet, $dz = const.$ so ist die Ursache, welche die Ausdünstung beschleuniget, der Ausdünstung selbst verhältnißmäßig gleich. Dieses Gesetz aber, welches sehr einfach ist, muß nicht auf die gezwungenen Ausdünstungen ausgedehnet werden, denn es ist nur aus den gewöhnlichen Ausdünstungen, welche ohne Gährung und ohne Aufwallen und nur allein durch die verschluckende Eigenschaft der Luft mit Beyhülfe der Wärme geschehen, heraus gefolgert worden. Es giebt solches für den 80sten Grad der Wärme 170 Linien gemeine Ausdünstung an, und man siehet leicht wie groß der Unterschied von 8 Schuhen ist, den der Versuch, der im §. 20 erzählet worden, angegeben hat. Ich habe die Ursache hievon umständlich genug angeführet, so daß also dieser Unterschied der Formel, welche wir allererst gefunden haben, nicht den geringsten Abbruch thun kann.

§. 24.

Es giebt aber noch verschiedene andere Umstände, von welchen die Ausdünstung abhänget. Zuvörderst ist es sehr wahrscheinlich, daß die Höhe des Barometers oder die Schwere der

Atmo-

Atmosphäre auf dieselbe einen Einfluß hat. Die Dünste, die Nebel und die Wolken fallen und steigen sehr regelmäßig mit dem Barometer: da hingegen die Hitze des siedenden Wassers größer wird, je höher das Barometer stehet, so muß auch das siedende Wasser leichter ausdünsten, je weniger die Luft zusammen gedrückt wird. Wenn man aber diese Wirkungen genau bestimmen wollte, so müßte man die Ausdünstung, die auf den höchsten Bergen vorgehet, mit derjenigen vergleichen, die man bey der Meereshöhe beobachtet, wenn alle Dinge übrigens einander gleich sind, das ist, einerley Wasser, einerley Wärme, einerley Feuchtigkeit der Luft, ꝛc. Man weiß auch, daß sogar in dem luftleeren Raume das Wasser nach und nach eine neue Luft und Dünste erzeuget, obgleich dieses sehr langsam geschiehet.

§. 25.

Hernach findet man auch, daß die Ausdünstung geringer wird, je feuchter die Luft ist, und wenn die Dünste nur ganz langsam von der Oberfläche des Wassers fortfliegen, so kann man allezeit schließen, daß die benachbarte Luft sehr feucht seyn müsse. Hieraus siehet man eine von den Ursachen, warum der Wind die Ausdünstung befördere, nämlich, weil er die feuchte Luft fortjaget, und eine trocknere herbey führet. Zu dieser Ursache kömmt noch eine andere, welche darinnen bestehet, daß der Wind, indem er auf das Wasser stößet, die verschlu-

ckende Eigenschaft der Luft verstärket. Wollte man gewisse Regeln hierüber festsetzen, so müßte man den Anfang damit machen, daß man die Ausdünstung mit dem Grade der Feuchtigkeit vergliche. Da aber die Versuche, welche ich hierüber angestellet habe, sich auch auf die Hygrometer beziehen, so muß ich den Anfang mit Untersuchung dieser Instrumente machen.

§. 26.

Ich werde aber hier keineswegs alle bisher erdachte Arten von Hygrometern beschreiben. Man kann solche in den meisten Büchern, welche die Experimentalnaturlehre abhandeln, nebst verschiedenen Erinnerungen in Ansehung ihrer vorzüglichen Güte und Empfindlichkeit finden. Diejenigen, welche man von Salz machet, nehmen zwar die Feuchtigkeit sehr leicht in sich, allein sie verlassen solche wieder sehr schwer. Die von Holz scheinen nicht sehr dauerhaft zu seyn, besonders wenn man anfänglich frisches Holz dazu gebrauchet hat: indem es nur allgemach die Eigenschaft verlieret, welche es an sich hatte, daß es durch die Feuchtigkeit aufschwillt, ob es gleich endlich vielleicht in einen solchen Zustand gesetzt wird, da es unveränderlich bleibt. Ich habe Bretter von Tannenholz gesehen, welche, nachdem sie trocken geworden, mehr als den dreyßigsten Theil in der Breite verlohren haben. Herr Leutmann rühmet in seiner Abhandlung von den meteorologischen Instrumenten die Hygrometer sehr, welche von

Baßgeigensaiten gemacht, und mit einem alcalischen Salze imprägniret werden. Er sagt, daß er sie nach einer Zeit von zehen Jahren noch eben so gut und so empfindlich gefunden habe. Ich weiß aber nicht, wie er dieses hat gewiß wissen können, und ich glaube, daß das Salz nur dazu hat dienen sollen, sie empfindlicher zu machen. Die Erfahrung hat mich aber gelehret, daß sie auch ohne Salz empfindlich genug sind. Schon vor 15 Jahren habe ich dergleichen zu meteorologischen Beobachtungen gemachet, ohne zu merken, daß sie schwächer oder unempfindlicher geworden. Es ist aber gut, wenn man dazu keine mit Oel getränkte Saiten gebrauchet, weil das Oel nur außerordentlich langsam trocknet. Herr Leutmann giebt den Rath, man solle sehr dicke Saiten nehmen, und dieses vermuthlich deswegen, damit sie steifer seyn, und sich nicht so leicht krümmen mögen. Man siehet aber gar leicht, daß sie immer empfindlicher sind, je dünner sie sind. Die Hygrometer, welche man von Schwämmen macht, sind nicht sehr empfindlich, woferne man sie nicht mit Salz imprägniret: doch haben sie diesen Vortheil, daß sie die Schwere der Feuchtigkeit anzeigen. Indessen, da sie immer in freyer Luft hängen müssen, so kann man nicht verhüten, daß nicht nach und nach Staub darauf falle, wodurch aber das Gewicht vermehret wird, ohne daß die Luft feuchter worden ist. Daher verdienen die Darmsaiten noch immer den Vorzug. Da man aber noch in dieser Materie, um sicher zu gehen, we-

der theoretische Gründe, noch richtig angestellte Versuche, vor sich hat, so findet man bis auf diese Stunde ein ganz ungebautes Feld vor sich. Ich will daher den Anfang machen, solches zu bauen.

§. 27.

Man weiß, daß die Darmsaiten, die Schnuren von Hanf, von Flachs ꝛc. in Absicht auf ihre Länge eine Veränderung leiden, und sich nach Maaßgabe der verschiedenen Feuchtigkeit drehen. Man führet Versuche an, welche eine Veränderung in Ansehung ihrer Länge bezeugen. Schwenter sagt, daß die Schnuren, deren er sich zu dem Feldmessen bedienet hat, um den sechzehnten Theil oder um einen Schuh auf sechzehen kürzer worden. Man erzählet auch, daß der Mechanicus Fontana, um den Obeliscus Sixti V völlig aufzurichten, genöthiget worden, die Stricke naß zu machen, damit sie kürzer würden. Ich weiß nicht, wie diese Stricke gemacht waren, denn, wenn ich Darmsaiten und Bindfaden von Hanf naß gemacht habe, so sahe ich, daß sie sich aufdreheten, daß sie aufschwollen, und daß ich sie, ohne große Stärke anzuwenden, beträchtlich in die Länge ziehen konnte, welches ich nicht im Stande war zu thun, wenn sie recht trocken waren. Dalencé sagt in seiner Abhandlung von den Barometern ꝛc. daß die Darmsaiten länger werden, wenn man sie naß machet: Wolf, Sturm und viele andere behaupten hingegen, daß sie kürzer werden. Es sey dem aber, wie ihm wolle, der Versuch ist leichtlich zu machen,

wenn

wenn man dießfalls eine Untersuchung anstellen wollte. Ich habe von der Verlängerung der Schnuren zu meinen Hygrometern keinen Gebrauch zu machen nöthig gehabt, wohl aber von derjenigen Eigenschaft, welche sie an sich haben, daß sie sich vor- oder rückwärts drehen können, je nachdem die Feuchtigkeit der Luft sich verändert. Sie drehen sich zusammen, wenn die Luft trockner wird, und drehen sich auf, wenn sie feuchter wird, wobey die Saite nicht sehr lang seyn darf, wenn diese Veränderung merklich werden soll. Es ist hinreichend, wenn sie nur 2 oder 3 Zoll lang ist, wo sie hingegen, wenn sie in der Länge eine Veränderung leiden soll, einige Schuhe lang seyn muß. Nun will ich aber anzeigen, wie meine Hygrometer gemacht sind.

§. 28.

Tab. III. Fig. 12.

A ist ein Zirkel von Pappendeckel, der auf drey Füßen, die von Eisendrat gemacht sind, ruhet. AB ist ein Eisendrat, der wie eine Schraube gedrehet ist, und den Zirkel FG von Kartenpapier trägt, welchen ich in Stunden und Minuten oder in Grade getheilet habe, und der in der Mitte C ein Loch hat. Durch dieses Loch gehet die Darmsaite AB hindurch, welche in A mit Spanischem Wachse befestiget ist, und den Zeiger oder die Nadel DE träget, welche von leichtem Holze verfertiget ist. Man siehet selbst leicht ein, daß dieser schraubenförmige Drat dazu dienet, daß die freye Luft zu der Saite kommen, und sie zugleich

in einer geraden und verticalen Richtung erhalten könne. Der Nutzen und Gebrauch der Füße, die von Eisendrat gemacht sind, wird aus der Beschreibung der Versuche deutlicher erhellen. Ich habe mich dreyer Hygrometer bedienet, die auf diese jetzt beschriebene Art gemacht waren, und dreyer anderer, wo die Saite durch ein viereckigtes Kästlein, welches unten offen ist, durchgehet, daß sie aussiehet, als ob sie die Achse eines Uhrzeigers wäre. Bey diesen drey letztern Hygrometern ist der Zirkel auch in Stunden eingetheilet, wie bey den Uhren, und die Stunden sind wiederum von 5 zu 5 Minuten getheilet. Die Art und Weise, wie die Saiten gedrehet werden, machet, daß bey trockener Witterung die Nadel sich nach der gewöhnlichen Ordnung der Stunden herumdrehet, bey nasser Witterung aber zurückgehet. Die drey erstere Hygrometer sind in Grade eingetheilet, aber in umgekehrter Stellung, so daß sie durch die aufsteigende Zahl die Grade der Feuchtigkeit oder das Zunehmen derselben anzeigen. Die Saiten sind Darmsaiten, jedoch aber von verschiedener Dicke. Ich will dahero, um alle Verwirrung und Dunkelheit zu vermeiden, die drey Hygrometer, welche wie eine Uhr aussehen, mit den Buchstaben ABC, und die drey andere, welche auf die vorbeschriebene und in der 12ten Figur bezeichnete Art gemacht sind, mit den Buchstaben DEF benennen. Die Hygrometer BDE sind von einer dickern und die Hygrometer ACF von einer dünnern Saite gemacht. Nun sollten auch noch

die

die Diameter derselben erforschet werden. Ich versuchte dieses auf dreyerley Art zu thun. Ich schnitte zuerst von der dünnen Saite ein Stück ab, in der Länge von drey Schuhen oder 36 Zollen, Pariser Maaß, und fand das Gewicht davon $9\frac{1}{2}$ Gran, nämlich nach Berliner Gewicht. Hierauf schnitte ich auch ein Stück von 18 Zollen in der Länge von der dicken Saite ab, welches 12 Gran wog, die Länge von 36 Zollen würde also 24 Gran gegeben haben. Nimmt man also an, daß die specifische Schwere der beyden Saiten gleich sey, so folget, daß die Quadrate der Diameter sich verhalten wie 2 zu 5, folglich die Diameter selbst wie 11 zu 7, oder noch genauer, wie 19 zu 12. Hernach habe ich sie gemessen mit einem Vergrößerungsglase und einer gläsernen Scala, so wie sie der berühmte Mechanicus in Augsburg, Herr Brander, verfertiget. Auf dieser Scala ist die Linie eines Pariser Schuhes mit einer bewunderswürdigen Feine und Richtigkeit in zehen Theile getheilet. Vermittelst derselben nun fand ich den Diameter der dicken Saite genau $\frac{6}{10}$ Linien, und den Diameter der dünnen $\frac{38}{100}$ Linien. Das Verhältniß ist also hier $= 30 : 19 = 19 : 12\frac{1}{30}$, welches von dem erstern Verhältnisse beynahe gar nicht unterschieden ist. Endlich nahme ich ein Haar, welches in der Dicke kaum $\frac{1}{30}$ von einer Linie hatte, aber $13\frac{1}{2}$ Zoll lang war, und bemerkte, daß dieses Haar, welches ich um die dicke Saite herum gewickelt, die Länge von 85 Umgängen hatte, nachdem ich solches aber um die dünne Saite gewi-

ckelt,

ckelt, die Länge von 135 Umgängen ausmachte. Dieses Verhältniß ist = 27 : 17 = 19 : $11\frac{26}{27}$, und folglich von dem ersten sehr wenig unterschieden, welches sogar das Mittel ist zwischen den beyden letztern Maaßen. Ich will al o das Verhältniß der Diameter wie 19 zu 12 annehmen. Das letztere Maaß giebt den Diameter der dicken Saite an = 0, 607 Linien, und den Diameter der dünnen = 0, 383, welches nur um $\frac{1}{90}$ und um $\frac{1}{124}$ Theil von dem Maaße abweichet, welches vermittelst der Scala und des Vergrößerungsglases genommen worden, so daß die dicke Saite betrachtet werden kann, als ob ihr Diameter $\frac{6}{10}$ und die dünne, als ob derselbe $\frac{38}{100}$ von einer Linie hätte. Endlich muß ich aber auch noch anzeigen, wie lang die Saiten gewesen, die zu den sechs Hygrometern gebraucht worden, besonders aber derjenige Theil, der der Luft ausgesetzet worden ist. Denn man kann leicht begreifen, daß man, um die Saite in A und in H mit spanischem Wachse zu befestigen, sie bey A in den Pappendeckel und bey H in das Holz der Nadel hineinstecken mußte, und daß derjenige Theil, der in den Pappendeckel und in die Nadel hinein gieng, und daselbst mit spanischem Wachse befestiget wurde, keine Wirkung mehr in Absicht auf die Feuchtigkeit hervorbringen konnte. Hier folgt also die Anzeige der Längen in Linien des Pariser Schuhes

Hygrometer.	Länge.	Saite.	Einrichtung
A	- - 12''' -	dünne	wie eine Uhr
B	- - 14 - -	dicke	
C	- - 23 - -	dicke	
D	- - 18 - -	dünne	wie solche in der 12. Figur aussiehet.
E	- - 18 - -	dicke	
F	- - $33\frac{1}{2}$ - -	dünne	

Dieses mußte ich nothwendig voraussetzen, damit ich mich im folgenden verständlicher und deutlicher ausdrücken könnte. Nun muß ich aber die Saiten und die Art, wie sie gemacht worden, etwas näher betrachten.

§. 29.

Tab. II. Fig. 13.

Es ist bekannt genug, daß die Saiten von ausgeleerten und wohlgereinigten Därmen gemacht werden. Wenn die Därme aufgeblasen werden, so werden sie cylinderförmig, und drehen sich in einer Schneckenlinie herum: sind sie aber nicht aufgeblasen, so kann man sie so platt legen, daß sie wie ein langer Streifen aussehen, dessen beyde Seiten parallel sind. In dieser Lage müssen auch die Därme, wenn sie zuvor recht gut angefeuchtet sind, gedrehet werden, wenn man gute Saiten daraus machen will. Indem man sie aber drehet, so fangen diese Streifen an, sich länglicht zusammen zu legen, welches viel dazu beyträgt, daß die Höhlungen ausgefüllet werden, die sonsten in der Mitte der Saite zurück bleiben würden, wie man solches sehen kann, wenn man einen cylindrischen eisernen Drat mit

einem Streifen Papier nach Art eines Schraubens ohne Ende umwindet, welches geschehen kann, ohne daß das Papier Falten bekomme. Man findet in der 13. Figur eine solche Saite im Profil gezeichnet. Die Achse AB ist daselbst mit einer punktirten Linie angezeiget, und man siehet auch, wie sich die Rande des Streifens zusammen fügen, und die der Länge nach fortgehende Fasern stärker zusammen gedrückt sind, als die andern. Diese Fugen, die im Profil vorgestellet sind, bilden eine krumme Linie ab, welche die Sinuslinie ist, wie sie Leibniz genennet hat, weil die Ordonnaten, wenn man auf der Achse die Bogen nimmt, die übereinstimmenden Sinus vorstellen. Bey meinen Saiten durchschneiden diese dergestalt entworfenen krummen Linien die Achse unter einem Winkel von 45 Graden. Ich weiß aber nicht, ob sich dieses bey allen Saiten eben so verhält, denn solches kömmt darauf an, ob man bey dem Drehen derselben das Rad mehr oder weniger umtreibet. Die Schnuren von Hanf oder Flachs sind in dieser Absicht merklich unterschieden, insonderheit aber diejenigen, welche aus zwey oder drey besonders gedrehten Faden gemacht werden. Der Winkel von 45 Graden macht, daß, wenn man sich die Oberfläche der Saite wie ein ausgebreitetes Planum vorstellet, die Fugen die geraden Linien FG, EH abbilden. Und wenn der Punkt G nach E fortgesetzet und verlängert wird, so ist die gerade Linie EG perpendicular mit HG und = HG. Dieses findet aber nur alsdann Statt, wenn die Saite aus

einem

einem einigen Darm gemacht ist. Da man aber zu den dickern Saiten mehr als einen Darm nimmt, so wird auch die Anzahl der Fugen verdoppelt, so daß zwischen HE, GF, noch eine, zwey, drey ꝛc. andere sind. Wie nun in dem Falle, wenn nur ein einiger Darm genommen wird, GI die Breite des Darms anzeiget, so siehet man leicht, wie sehr die nach der Länge fortgehende Fasern haben zusammen gedrückt werden müssen, bis sie zu einer so geringen Breite gebracht worden sind. Dieser Fall findet statt bey der dünnen Saite meiner Hygrometer, die nur von einem Darme gemacht ist. Da der Diameter dieser Saite = 0, 6 Linien ist, so findet man die Circumferenz derselben $EG = \frac{13,2}{7}$ Linien, welches macht $GI = \frac{13,2}{7} . V\frac{1}{2} = \frac{4}{3}$ Linien. Es ist offenbar, daß die Breite des Darms öfters grösser gewesen ist, und eben so leicht ist auch einzusehen, daß die der Länge nach fortgehende Fasern, wenn sie zusammen gedruckt werden, sehr beträchtlich haben verlängert werden müssen. Es mag sich aber damit verhalten, wie es immer will, die Länge, welche sie erhalten haben, ist die Summa von allen den geraden Linien GF, HE, wovon eine jede in Ansehung der dünnen Saite von $\frac{8}{3}$ Linien ist.

§. 30.

Nun weiß man, daß die Saite aufschwillt, je mehr man sie benetzet und anfeuchtet, und es ist auch bekannt, daß, wenn dieses auf allen

Sei-

Seiten auf eine gleichmäßige Art erfolgte, die Saite sich nicht herumdrehen würde. Da sich aber die Saite herumdrehet, indem sie sich aufdrehet, so müssen die Fasern mehr in die Breite als in die Länge aufschwellen, das ist, mehr nach der Richtung GI als nach der Richtung GF. Wir können sogar behaupten, daß diese letztere Wirkung in Vergleichung mit der erstern ganz unmerklich ist. Und da nun der Diameter der Saite durch die Feuchtigkeit größer wird, der Winkel EHG aber sehr merklich eben derselbe bleibet wie zuvor, so erhellet hieraus, daß es sich damit eben so verhalte, wie wenn man einerley Faden schraubenförmig um einen größern Cylinder herumwickelte. Die Anzahl der Umgänge wird sich gegeneinandder verhalten, wie sich die Diameter gegeneinander verhalten. Da wir nun für die dünne Saite EG = $\frac{13,2}{7}$ Linien = HI gefunden haben, so ist offenbar, daß zu 70 Umgängen eine Saite erfordert werde, die 132 Linien oder 11 Zoll lang ist. Weil der Hygrometer A nicht länger als 12 Linien ist, so hat er auch nicht mehr als $6\frac{4}{11}$ Umgänge. Von der feuchtesten Witterung an bis zu der trockensten habe ich ihn aber $\frac{1}{4}$ Umgang machen sehen, welches $\frac{2}{17}$ von $6\frac{4}{11}$ Umgängen ist, woraus erhellet, daß die Vermehrung des Diameters von 15 zu 17 gehen kann, oder von 0,383 bis zu 0,434 Linien. Wenn ich die dünne Saite naß gemacht habe, so sahe ich, daß der Diameter derselben bis zu 0,5 Linien sich vergrößerte.

§. 31.

§. 31.

Wenn man von einerley Saite Hygrometer macht, die eine verschiedene Långe haben, alsdann verhalten sich die Verånderungen dieser übereinstimmenden Hygrometer bey einerley Verånderung der Feuchtigkeit, wie die Lången ihrer Saiten. Denn da ein jeder Umgang GF, HE, &c. hiezu gleich viel beytrågt, so müssen die Verånderungen auch im Verhåltnisse stehen mit der Anzahl dieser Umgånge. Die Anzahl dieser Umgånge aber beruhet auf der Långe der Saite. Folglich &c.

§. 32.

Die Geschwindigkeit, mit welcher die Nadeln sich umdrehen, wåchset ebenfalls in dem Verhåltnisse der Långe der Saiten. Denn diese Geschwindigkeit ist die Summa von den Geschwindigkeiten, die man einem jeden Umgange GF, HE &c. beylegen muß.

§. 33.

Wenn die Saiten nicht einerley Dicke haben, ob sie schon gleich lang sind, so werden die Verånderungen der Hygrometer gegeneinander sich verhalten, wie die Diameter; denn die Umgånge werden auch in einem gegenseitigen Verhåltnisse mit den Diametern stehen.

§. 34.

In eben diesem Falle werden die Geschwindigkeiten der Verånderungen eben so in dem gegensei-

genseitigen Verhältnisse der Diameter stehen: denn die Feuchtigkeit dringet nur durch die Oberflächen der Saiten ein, und muß sich hernach durch ihr ganzes Volumen ausbreiten. Folglich verhält sich die Geschwindigkeit, mit welcher dieses geschiehet, wie die Oberflächen dividirt durch das Volumen, und folglich wie die Diameter dividirt durch die Quadrate der Diameter, das ist, wie die Diameter gegeneinander. Daraus folgt, daß die Zeiten, in welchen die Nadeln einerley Anzahl der Grade durchlaufen, in einem gegenseitigen Verhältnisse mit den Diametern stehen. Nur muß man dabey wohl merken, daß man voraus setzet, daß die Saiten auf einerley Weise gemacht, und von gleicher Güte seyn müssen, wenn sie schon in Ansehung ihrer Dicke von einander unterschieden sind.

§. 35.

Diese Sätze verdienen wohl, daß man sie durch Versuche genauer erforsche. Zuvörderst muß man darauf acht haben, ob solche Hygrometer, deren Saiten eine verschiedene Länge und Dicke haben, einen offenbar ähnlichen, und mit demjenigen, was ich allererst gesagt habe, übereinstimmenden Gang haben. Um dieses kurz und deutlich anzuzeigen, habe ich in der siebenten Figur den Gang der drey Hygrometer A, B, C, gezeichnet, wie ich solchen von dem 22sten October bis zu dem 7ten November 1768 beobachtet habe. Die Tage sind auf der Linie der Abscis-

Tab. II. Fig. 7.

sen

sen angemerket, und vornen ist die Abtheilung für die Ordonnaten, deren Zahlen die Stunden der Quadranten, das ist, die Winkel von 30 zu 30 Graden anzeigen. Die krummen Linien A, B, C, bezeichnen den Gang der Hygrometer, die oben mit eben diesen Buchstaben benennet worden sind. Diese Hygrometer waren an einer Mauer nebeneinander zwischen zwey Fenstern, die gegen Mittag liegen, aufgehänget, so daß die Sonne niemals darauf scheinen, und auch der Wind sie niemals treffen konnte, obgleich die Fenster nur sehr selten geöffnet wurden, das Zimmer niemals geheizet worden, und niemand darinnen wohnete: ich selbst kam nur von Zeit zu Zeit in dasselbe, um diese Instrumente zu beobachten, oder um anderer Beschäfftigungen willen, die mich aber nicht lange darinnen aufhielten. Aus diesen krummen Linien siehet man ganz leicht, daß sie eine Art des Parallelismus beobachten, da sie sich zu gleicher Zeit und auf eine sehr ähnliche Weise der Linie der Abscissen nähern oder von derselben entfernen. Ich habe die Beobachtungen dieser Jahreszeit deswegen besonders gewählet, weil bey der Annäherung des Winters, wie bekannt ist, die Veränderungen der Feuchtigkeit sehr beträchtlich und merklich sind. Daher siehet man auch, daß sie beynahe alle Tage merklich gewesen, so wie diese krummen Linien beträchtlich steigen und fallen. Den 28sten October und den 4ten November öffnete ich das Fenster, um der feuchten äußerlichen Luft einen freyen Zugang zu lassen, die auch

sehr merklich war, besonders aber an dem 4ten November, wo der Regen noch stärker war, so daß die Straßen ganz kothig wurden. Zwey Tage hernach wurde alles wieder ganz trocken, und die Hygrometer giengen beynahe zusehens fort bis zu den äußersten Graden der Trockenheit, da es sehr heiter Wetter war. Die Veränderung an dem Hygrometer selbst war folgende.

	A	B	C
4. Nov. um 9 Uhr Abends	- IV : 50	- IX : 30	- IX : 0
7. Nov. um 4 Uhr Abends	- XII : 25	- I : 42	- III : 25
Folglich die Veränderung	- V : 35	- IV : 12	- VI : 25
Welches in Graden macht	- $167\frac{1}{2}$	-- 126	-- $192\frac{1}{2}$

§. 36.

Nun ist an den Hygrometern

	A	B	C
die Länge der Saiten - - -	12 --	14 --	23
das Verhältniß der Diameter -	12 --	19 --	19
Wenn man also die Länge durch die Diameter dividirt, so kömmt heraus - - -	1,00 --	0,74 --	1,21

§. 37.

Diese Zahlen sollen zum wenigsten ohngefähr in einem Verhältnisse mit den beobachteten Veränderungen stehen -- $167\frac{1}{2}$ -- 126 -- $192\frac{1}{2}$.
Nun aber ist

$$167\tfrac{1}{2} : 100 = 126 : 75\tfrac{1}{4}$$

welches genau genug übereinkömmt mit 0,74.

Her-

Hernach ist

$$167\frac{1}{2} : 100 = 192\frac{1}{2} : 115,$$

welches noch mehr von 121 abweichet. Der Unterschied, ob er gleich gar nicht groß ist, kann sehr leicht von dem verschiedenen Stande der Instrumente und besonders von der verschiedenen Geschwindigkeit herrühren, mit welcher sich die Nadeln herumdrehten. Denn es ist gar wohl möglich, daß die äußerliche Luft in Ansehung ihrer Feuchtigkeit eine Veränderung erlitten hat, ehe sich der Hygrometer nach der Beschaffenheit derselben hat herumdrehen können. Es kann auch seyn, daß ich, ob ich gleich die Hygrometer täglich mehr als einmal beobachtet, den rechten Augenblick nicht getroffen habe, wo ein jeder derselben am weitesten vor sich oder hinter sich gerücket ist. Dieser letzte Umstand aber kann leicht ersetzet werden, wenn man die Summa der vornehmsten Veränderungen nimmt, welche für den Hygrometer

	A	B	C
nach Graden ist	668	517	752.

§. 38.

Diese Zahlen stehen

im Verhältniß mit	1,00	0,77	1,13
anstatt	1,00	0,74	1,21

Es scheinet also, daß eine kleine Verschiedenheit in den Saiten statt gefunden habe. Indessen bestättigen diese Beobachtungen zur Genüge, und noch mehr als ich behauptet habe, daß die Dicke der Saiten sie in der That weniger empfindlich mache.

mache. Denn die Saite B ist zwey Linien länger als die Saite A, und dennoch ist ihre Veränderung weit geringer. Die Veränderungen der Saiten A, C, sind beynahe gleich: ungeachtet die Saite C beynahe zweymal länger ist, als die Saite A.

§. 39.

Uebrigens blieb die Uebereinstimmung dieser Hygrometer merklich genug. Sie zeigten z. E. an dem 17ten November

A	B	C
X : o	XII : o	I : o

und ich fand sie wieder auf eben diesen Graden stehen den 19, 20, 22sten November, den 3, 4, 11, 24sten December und den 1, 3, 10, 23sten Jänner.

§. 40.

Ich mußte aber mit meinen Hygrometern noch andere Untersuchungen vornehmen, um die Sprache und die Gesetze ihrer Veränderungen deutlicher zu machen. Man siehet wohl, daß es hier auf eine vollkommene Trockenheit und auf eine vollkommene Feuchtigkeit, oder die doch wenigstens leicht zu erkennen wären, ankame. Was die vollkommene Trockenheit betrifft, so hat es seine Richtigkeit, daß man solche unter der Glocke einer Luftpumpe findet, wenn man unter derselben die Luft zu wiederholten malen hinweg nimmt. Die Frage war aber, wenn man den Hygrometer, nachdem man ihn zuvor vorsetzlich feucht gemacht hat, unter die Glocke setzte, ob die Ausleerung oder Ausschöpfung der Luft an demselben

selben eine merkliche Wirkung hervorbringen würde. Allein nach den Versuchen, welche Herr Gerhard auf mein Ansuchen damit gemacht, zeigte der Hygrometer auch einige Tage hindurch gar keine Veränderung, so daß also hiedurch nichts zu erhalten war. Und da es nicht schicklich gewesen wäre, wenn man den Hygrometer an das Feuer oder über Kohlen gehalten hätte, weil die Saite gar zu heftige Veränderungen und vermuthlich auch die Wirkungen der großen Hitze würde empfunden haben, so hielt ich es für besser, von diesem Versuche völlig abzustehen.

§. 41.

Ich nahm dahero das Glas No. 3. (§. 7.) goß Wasser hinein, daß es ohngefähr einen halben Zoll hoch stund, und setzte den Hygrometer D darein. Hierauf bedeckte ich dieses Glas sogleich mit einem Planglase von eben diesem Diameter, und verkleibte es rings herum mit weichem Wachse, damit alle Gemeinschaft mit der äußerlichen Luft dadurch verhindert würde. Ich verfuhr damit deswegen so, weil ich aus andern von ohngefähr gemachten Beobachtungen wußte, daß das Wasser immer fortfähret, auszudünsten, auch wenn es in einer wohl verstopften Flasche sich befindet. Ich wußte dieses auch daher, weil ich sahe, da ich einmal ein Thermometer von Wasser gemacht hatte, daß die Oberfläche des Wassers in der Röhre allgemach niedriger wurde, und daß sich oben in der Röhre, ob sie gleich zugeschmolzen war, kleine Wassertröpfgen anhängten, die nach und nach immer größer wur-

den. Der Erfolg stimmte auch mit meiner Erwartung vollkommen überein, indem der Hygrometer sich ganz merklich auf die Grade der Feuchtigkeit hinzudrehen anfieng, welches auch schon vom ersten Augenblicke an geschahe, so daß man also daraus schließen kann, daß die Luft in dem Glase von dem ersten Augenblicke an schon mit Dünsten angefüllet worden. Diesen Versuch machte ich im Jahre 1768 den 7. November, und fieng damit an um 8 Uhr 23 Minuten, bald nachdem der Ofen in dem Zimmer geheizet worden. Das Thermometer veränderte sich bis Nachmittag von 11 bis zu 14 Graden über Temperé. Die nachstehende Tabelle zeiget den Gang des Hygrometers in Vergleichung mit der Zeit, die in Minuten angezeiget ist.

Zeit Minuten	Hygromet. Grade.	Zeit Minuten	Hygromet. Grade.
0	0	212	269
7	10	225	288
10	15	288	323
16	28	315	335
21	42	435	385
28	60	497	412
38	87	585	452
45	104	645	462
60	132	705	476
75	155	798	495
90	176	855	502
105	194	1440	540
138	226		

Man

Man siehet aus dieser Tabelle, daß die Bewegung des Hygrometers überhaupt langsamer wurde. Denn in 1440 Minuten oder in 24 Stunden kam er kaum doppelt so weit fort, als er in 212 Minuten oder in $3\frac{1}{2}$ Stunden gekommen war. Der Anfang seines Ganges aber war sogleich sehr schnell, wie man in der neunten Figur sehen kann, welche ich auf die erste halbe Stunde gezeichnet habe. Die Abscisse AB ist daselbst in Minuten getheilet, und die Ordonnaten sind auf der Scala BD genommen worden. Man siehet, daß die krumme Linie AC ihre Convexität gleich anfänglich gegen AB hin wendet, aber gar bald sich ihrem entgegen gesetzten Inflexionspunkte nähert. Sie sollte AB zu dem Tangenten in A haben, weil, wenn die Luft auch noch so geschwinde mit Dünsten beladen wird, solches bey Zero anfängt, und folglich der Hygrometer im Anfange nur unendlich wenig herumgehen sollte: allein die Figur zeiget, daß die Krümmung in A sich außerordentlich geschwind verändert, und daß also die Luft schon von der ersten Minute an beträchtlich mit Dünsten beladen seyn müsse. Fig. 9.

§. 42.

Ich wiederholte diesen Versuch mit eben diesem Glase und mit eben dem Hygrometer den 10. und den 13. November, ich machte ihn auch mit dem Hygrometer E, um die Geschwindigkeit ihres Ganges zu vergleichen. Hier folget zuerst die Beobachtung, die mit dem Hygrometer D

gemacht worden. Der Anfang davon war den 10. November des Morgens um 7 Uhr 40 Minuten, während daß das Zimmer geheizt wurde, und der Hygrometer auf 41 Graden stund.

Zeit Minuten	Hygrom. D Grade	Zeit Minuten	Hygrom. D Grade
0	0	45	92
1	1	58	115
2	$2\frac{1}{2}$	60	119
3	$4\frac{1}{2}$	75	142
4	6	85	156
5	$8\frac{1}{2}$	95	166
6	$10\frac{1}{2}$	115	182
7	12	120	185
8	14	130	191
9	16	135	193
10	$17\frac{1}{2}$	145	197
11	21	155	199
12	$22\frac{1}{2}$	180	209
13		225	233
14	26	253	247
15	28	275	259
18	36	300	270
20	40	325	277
25	51	370	292
30	61	395	304
35	72	580	395
40	82	640	400
43	86		

Zeit Minuten	Hygrom. D Grade
735	415
750	423
805	441
880	457
915	461
1460	506

Man siehet also, daß der Gang des Hygrometers hier ohngefähr um $\frac{1}{14}$ oder um $\frac{1}{13}$ langsamer gewesen, welches man der Wärme zuschreiben muß, die vielleicht hier ein wenig größer war. Denn ich habe auch bey andern Versuchen gemerket, daß die Wärme die Befeuchtung des Hygrometers vermindere.

§. 43.

Nun sehe man auch den Versuch, der mit dem Hygrometer E gemacht worden. Der Anfang davon war den 13. November des Morgens um 8 Uhr 23 Minuten.

Zeit Minut.	Hygr. E Grade.	Zeit Minut.	Hygr. E Grade
0	0	8	12
1	$\frac{1}{2}$	9	13
2	2	14	18
3	4	15	20
4	6	17	22
5	8	21	28

Zeit Minut.	Hygr. E Grade	Zeit Minut.	Hygr. E Grade
27	33	180	153
29	37	195	158
31	39	220	167
35	46	250	179
40	52	290	191
44	58	325	204
50	66	355	216
55	70	380	227
62	80	450	252
67	86	465	257
71	95	485	264
80	98	515	275
85	102	540	279
95	111	610	299
105	118	685	316
115	123	720	328
130	130	1135	396
155	143	1395	435
170	148		

Hieraus siehet man, daß hier der Gang noch langsamer ware, als bey dem Hygrometer D in der vorhergehenden Beobachtung.

§. 44.

Damit ich aber diese zwey Versuche desto leichter miteinander vergleichen könnte, so habe ich sie in der achten Figur gezeichnet. Die Linie der Abscissen ist in Stunden

Fig. 8.

den eingetheilet, und die Ordonnate AC in Grade. Die krumme Linie AD bezeichnet den Gang des Hygrometers D und die krumme Linie AB den Gang des Hygrometers E. Die geraden Linien GFE laufen parallel fort mit AB, und die Theile GF, GE, stehen im Verhältniß mit der Zeit, welche die Hygrometer gebrauchten, um eine gleiche Anzahl von Graden zu durchlaufen. Ich habe daselbst diese Verhältnisse angezeiget. Man siehet aber, daß sie beynahe gar nicht von einander abgehen, und daß man annehmen kann, daß sie sich verhielten wie 100 zu 57. Denn, da die beyden Hygrometer D, E, von gleicher Länge sind (§. 28.), so erfordert der Lehrsatz, daß diese Proportion sich befinde, wie sich die Diameter gegeneinander verhalten (§. 34.), und folglich wie 19 zu 12 (§. 28.). Folglich ist

$$100 : 57 = 19 : 10,8$$

welches weniger ist, als 12 eines Fünfzehntheils. Wenn man aber die Tabelle des §. 43 mit der Tabelle des §. 41 vergleichet, wo der Gang des Hygrometers D um $\frac{1}{14}$ Theil geschwinder war, so findet man, daß dieses Verhältniß sehr genau ist. Ich habe oben schon angemerket, daß diese kleinen Abweichungen davon herrühren, daß das Zimmer nicht gleich geheizet worden. Die Versuche, welche ich im folgenden anführen will, werden noch deutlicher zeigen, daß die Wärme die Feuchtigkeit beträchtlich vermindere, weil sie entweder etwas dazu beyträgt, daß die Saite des Hygrometers trocken wird, oder weil sie die Dünste gegen die Oberfläche des Glases hintreibet.

bet. Man kann dieses auch deutlich sehen; denn nach einer Zeit von ohngefähr acht Stunden, besonders wenn die Luft im Zimmer wieder kälter zu werden anfängt, bemerket man ziemlich große Wassertröpfgen, die sich sowohl an den Saiten des Glases als an dem Deckel angehänget haben. Dieses stellet eine Art einer sehr langsamen Distillation vor, die man vielleicht in der Chymie nutzen könnte. Denn sie ist deswegen vorzüglich, weil sie nicht gewaltsam ist, indem die bloße Veränderung der Wärme des Zimmers solche hervorbringt.

§. 45.

Ich habe eben diesen Versuch mit dem Hygrometer D den 8. Nov. wiederholet, und Nachmittags um 3 Uhr 47 Minuten damit angefangen, da dieser Hygrometer auf 36 Graden stund. Der Gang der Nadel war folgender.

Zeit Minuten	Hygr. D Grade	Zeit Minuten	Hygr. D Grade
0	0	217	244
9	19	253	267
23	46	319	298
36	71	344	309
50	98	373	322
63	120	395	332
76	136	914	482
91	153	974	484
129	187	1100	489
151	205	1215	490
189	227		

Weil

Weil das Zimmer nur des Morgens geheizet und Nachmittag wieder kalt worden ist, so mußte dieses den Gang des Hygrometers anfänglich beschleunigen. Da aber diese Beobachtung fortdauerte bis den andern Tag Mittags, so siehet man auch aus den vier letzten Beobachtungen, daß das Heizen des Zimmers den Gang desselben wieder langsamer machte.

§. 46.

Ich hatte diese Versuche deswegen gemacht, damit ich beobachten könnte, wie sich der Hygrometer in einer Luft verhielte, die so stark als möglich ist, mit Dünsten angefüllet war, und sie mußte auch wohl Dünste genug enthalten, weil sich solche an das Glas zu hängen anfiengen. Ich wollte daher noch sehen, ob eben dieser Hygrometer in einer Zeit z. E. von 24 Stunden eine gleiche Anzahl von Graden durchlaufen würde. Diese Beobachtungen zeigen, daß solches beynahe bis auf $\frac{1}{15}$ Theil zutreffe.

§. 47.

Nun wollte ich noch sehen, wie weit sich der Hygrometer herumdrehen würde, wenn ich ihn etliche Tage hintereinander in dem Glase stehen ließ. Ich that dieses den 19. Jänner 1769 mit eben diesem Hygrometer D, der dazumal auf 310 Graden stunde, so daß folglich die Luft in dem Zimmer noch trockner war, als bey den Versuchen, die §. 42 und 45 gemeldet worden. Der Anfang dieser Beobachtung war des Mor-

gens

gens um 9 Uhr 16 Minuten, und der Hygrometer stund, wie gemeldet, auf 310 Graden. Sein Gang war folgender.

Zeit Minut.	Hygr. D Grade
0	0
9	19
32	56
49	96
166	205
220	228
324	270
514	352
560	364
589	371
656	384
816	410
1366	485
1484	502*
1588	500
1766	501
1876	521
2016	532
2146	561
2203	605
2251	620
2789	710
2969	722
3044	722
3199	727
3504	734
3682	737
4209	755
4452	763
4639	766
4912	780
5328	792
5784	800
6064	812
6499	820
6641	822
7100	840

Man siehet, daß auch bey diesem Versuche der Hygrometer in 24 Stunden ohngefähr 500 Grade herumgieng. Und da die folgenden Tage die Feuchtigkeit weniger Macht auf ihn hatte, so wurde die Veränderung der Wärme noch merklicher

licher dabey. Denn von 9 oder 10 Uhr an bis gegen Mittag hin veränderte sich der Hygrometer nicht mehr, oder gieng wohl gar zurücke, wie man aus der Tabelle sehen kann, wo ich ein * hingesetzet habe. Der Gang des andern Tages, war nur ohngefähr 200 Grade, und am dritten Tage nur 45, welches auch die folgenden Tage geschahe. Es scheinet, daß hiebey etwas asymptotisches statt finde.

§. 48.

Den 24. Jänner früh um $8\frac{1}{2}$ Uhr öffnete ich das Glas, um den Hygrometer wieder in die freye Luft zu setzen. Die Saite war so feucht, daß sie beynahe alle ihre Elasticität verlohren hatte. Ich habe sie vermittelst eines Vergrößerungsglases und einer von Herrn Brander verfertigten Glasscala (§. 28.) gemessen, und den Diameter derselben nur etwas weniges größer als 0, 5 Linien gefunden. Da ihr Diameter in der Luft 0, 38 Linien war, so siehet man, daß sie sehr aufgeschwollen war. Und dieses stimmet sehr wohl überein mit der Anzahl der Grade, welche sie durchgelaufen hat. Denn weil bey der dünnen Saite 132 Linien zu 70 Umläufen (§. 29.) erfordert werden, und die Saite des Hygrometers 18 Linien hat (§. 28.), so werden wir erhalten

$$132 : 70 = 18 : 9\tfrac{6}{11}.$$

Also hat die Saite in der trockenen Luft $9\frac{6}{11}$ Umläufe, welches, wenn es mit 360 multipliciret wird, 3436 Grade giebt. Von diesen 3436

Graden muß man nun die 840 Grade abziehen, um welche sie sich in dem Glase aufgewickelt hat, so bleiben noch 2596 Grade oder $7\frac{1}{5}\frac{0}{0}$ Umläufe, welche sie noch in ihrem äußersten Zustande der Feuchtigkeit hatte. Weil aber das Aufschwellen derselben in einem gegenseitigen Verhältnisse mit der Anzahl der Umläufe oder der Grade stehet (§. 30.), so werden wir erhalten

$$2596 : 3436 = 0,38 : 0,5003;$$

folglich war der Diameter der Saite aufgeschwollen, bis er 0,5 Linien worden, wie die Beobachtung zeiget.

§. 49.

Damit man aber den Gang des Hygrometers bey diesem Versuche etwas besser und deutlicher sehen könne, so habe ich nach den Zahlen der Tabelle des §. 47. die vierzehnte Figur gezeichnet. Die Linie der Abscissen AB ist daselbst in Tage und Minuten, die Ordonnate AC aber in Grade getheilet. Auf diesen Eintheilungen ist die krumme Linie ADFG gezeichnet, die von H an punktiret ist, wo sie anfängt unregelmäßige Beugungen zu machen, die von der Veränderung der Wärme herrühren. Sie sollte zwar noch eine dergleichen zwischen AH gegen Mittag am ersten Tage haben, allein diese Beugung ist nicht sehr merklich, theils, weil an diesem Tage die große Geschwindigkeit der Bewegung der Nadel sie weniger merklich machet, theils, weil die Luft noch nicht so sehr mit Dünsten beladen war, als den

Tab. III. Fig. 14.

Tag

Tag hernach. Ich habe bemerket, daß man, ohngeachtet dieser unregelmäßigen Beugungen die krumme Linie AHEFG ziehen könnte, so daß ihre Krümmung sehr einförmig und von diesen abweichenden Beugungen frey würde, und diese krumme Linie stellet alsdann ohnstreitig den Gang der Nadel vor auf denjenigen Fall, wo man eine beständig gleiche Wärme voraus setzet. Auf diese Art, wie sie in der Figur gezeichnet ist, scheinet sie die Ordonnate AC zu dem Anfangstangenten zu haben: allein es ist dieses nicht so; denn ich habe schon oben gezeiget (§. 41.), daß ihr Anfangstangente die gerade Linie AB sey, und daß sich ganz nahe bey dem Anfange A ein Punkt einer abweichenden oder entgegen gesetzten Beugung befinde, welcher macht, daß diese krumme Linie, nachdem sie zuerst ihre Convexität gegen AB gekehret hat, sodann ihre Concavität dieser geraden Linie entgegen setzet.

§. 50.

Diese Zufälle kommen von zwo Ursachen her, welche die Bewegung der Nadel des Hygrometers hervorbringen. Die erste von diesen Ursachen ist die Ausdünstung. Diese wirket so hurtig, daß von der ersten Minute an die Luft in dem Glase schon sehr mit Dünsten beladen ist (§. 41.). Wenn nun dieses von dem ersten Augenblicke an geschehen sollte, so würde die krumme Linie AEFG ihre Concavität durchgehends gegen AB kehren, weil alsdann nur die zweyte Ursache, welches die Anfeuchtung der Saite ist,

statt fände. Diese Ursache wirket aber viel langsamer und auf eine bloß relative Art, weil sie gleichsam eine natürliche Wirkung des Unterscheides ist, der zwischen der Feuchtigkeit der Luft und der Feuchtigkeit der Saite sich befindet. Denn man siehet von selbst leicht ein, daß, wenn die eine und die andere gleich ist, der Hygrometer keine Veränderung mehr leiden wird, weil alsdann die Differenz = o ist. Zu dieser Ursache kömmt noch eine andere, daß nämlich die Ausdünstung sich vermindert, so wie die Luft schon mit Dünsten angefüllet ist. Wir werden hernach sehen, daß diese Ursache einen außerordentlich großen Einfluß hat auf die Krümmung der krummen Linie AEG. Denn nachdem ich den Hygrometer wieder an die Luft gestellet hatte, welche sehr merklich einerley Grad der Trockenheit behielte, so sahe ich, daß sich die Saite in weniger als vier Stunden wieder in eben dem Zustande befand, in welchem sie vor dem Versuche war, ohngeachtet sie in dem Glase fünf Tage gebraucht hatte, ehe sie den Grad der Feuchtigkeit erhielt, den sie angenommen hat.

§. 51.

Ich wollte aber noch eine Veränderung mit dem Glase vornehmen, und dieses geschahe den 25. Jänner 1769. Ich goß ein wenig Wasser in das Glas N. 2. (§. 4.) In dieses setzte ich den Hygrometer D, nachdem ich solches bedecket, und die Fugen wohl verstopfet und verkleibet hatte. Frühe um 9 Uhr 33 Minuten fieng ich an, den

Gang

Gang des Hygrometers zu beobachten, der damals auf dem 194sten Grade stund, und folglich sehr trocken anzeigte.

Zeit Minuten	Hygr. D Grade	Zeit Minuten	Hygr. D Grade
0	0	224	218
2	5	238	224
4	11	246	226
6	15	256	231
7	17	273	236
12	31	289	244
20	50	304	254
27	68	319	259
32	79	324	260
37	88	362	269
43	100	374	270
47	106	420	278
52	115*	490	292
66	133	547	301
92	156	587	308
99	162	660	311
115	171	867	338
120	175	1320	382
133	181	1380	386
141	185	1620	360
162	193	2100	388
173	198	2760	402
187	203		
203	210		

Da der Hygrometer bey diesem Versuche um 116 Grade trockener stund, als bey dem vorhergehenden Versuche, so darf man sich nicht darüber verwundern, daß sein Gang anfänglich geschwinder war. Man muß daher auch erst bey der 52sten Minute anfangen, wenn man diese Tabelle mit der vorhergehenden vergleichen will, und von der Zeit an war der Gang desselben auch langsamer. Denn von der 52sten Minute an bis zu der 1380sten rückte die Nadel von 115 nur bis zu 386 Graden fort, welches in 1328 Minuten nur 271 Grade beträgt, wo sie hingegen bey dem vorhergehenden Versuche in eben der Zeit bis auf 482 Grade machte. Diese Zahlen 482 und 271 verhalten sich beynahe gegeneinander wie das Volumen der eingeschlossenen Luft in den Gläsern N. 2 und N. 3, die zu diesen Versuchen gebraucht worden sind. Und so muß es auch seyn. Denn weil die Oberfläche des Wassers in den beyden Gläsern beynahe gleich war, so mußte auch gleich viel Wasser in einerley Zeit ausdünsten. Allein in dem Glase N. 2 zertheilte sich diese Quantität des Wassers in einem größern Volumen der Luft als in dem Glase N. 3. Dahero mußte die Feuchtigkeit in einem gegenseitigen Verhältnisse stehen mit den beyden Volumen der Luft, und folglich (§. 7.) sich verhalten wie $24\frac{1}{2}$ zu $14\frac{1}{2}$ oder wie 49 zu 29. Dieser beynahe zweymal langsamere Gang verursachte auch, daß die Wärme dabey eine noch merklichere Wirkung hervorbrachte, indem die Na-

del

del am zweyten Tage gegen Mittag um 26 Grade zurück gieng.

§. 52.

Jtzt wollen wir sehen, wie die Nadel wieder zurück gieng, da ich den Hygrometer wieder an die freye Luft setzte, um seine Saite trocknen zu lassen, oder um sie wieder in Freyheit zu setzen, daß sie sich in ihren natürlichen oder in den der freyen Luft gemäßen Zustand begeben könne. Dieses geschah den 9. November 1768, gleich nachdem ich den Hygrometer D aus dem Glase heraus genommen, nach dem Versuche, den ich §. 45. angeführet habe. Die Nadel stund um 12 Uhr 34 Minuten Nachmittags auf dem 172 Grade. Sein Gang, den er rückwärts machte, war folgender.

Zeit Minuten	Hygr. D Grade	Zeit Minuten	Hygr. D Grade
0	0	25	205
6	33	27	212
8	51	28	229
10	70	30	243
11	76	31	250
15	109	34	270
16	120	36	295
18	137	40	307
19	148	41	312
21	169	43	320

Zeit Minuten	Hygr. D Grade	Zeit Minuten	Hygr. D Grade
45	329	141	473
48	340	150	475
50	347	180	478
52	353	210	478
55	362	256	479
58	370	300	483
60	376	314	486
65	390	362	489
71	403	408	491
81	421	451	493
93	433	556	494
111	455	680	495
126	466		

Auf diese Weise gieng der Hygrometer zurück, bis ohngefähr auf fünf Grade, in seinen vorigen Zustand, in welchem er den 8. November gewesen war, ehe ich ihn in das Glas gesetzet hatte. Ich habe seinen Gang in der zehnten Figur gezeichnet, wozu ich mich eben der Eintheilung bedienet, die ich in der achten Figur (§. 44.) gebraucht habe. Auf diese Art siehet man sogleich bey dem ersten Anblicke, wie viel geschwinder er in der Luft trocknete, als er in dem Glase feucht wurde, in welchem sein Gang die krumme Linie AFD (Fig. 8.) beobachtete,

Tab. II. Fig. 10.

wo

wo hingegen bey dem Abtrocknen sein Gang ABD (Fig. 10.) und also viel schneller war. Die Ursache hievon bestehet nicht darinnen, daß die Saite, wenn die Umstände gleich sind, leichter trocken als feucht werden könnte. Nein: sondern die Umstände waren hier nicht gleich, weil die Luft in dem Glase ihren höchsten Grad der Feuchtigkeit nur nach und nach erhält. Ob also gleich die krumme Linie ABD zwey Asymptoten zu haben scheinet, und keine entgegen gesetzte Beugung zeiget, so muß man doch wohl bemerken, daß dieses allein davon herrühre, weil die Saite nicht naß oder feucht genug gewesen ist: welches ich aus andern Beobachtungen deutlich gesehen habe.

§. 53.

Denn als ich, nach dem Versuche vom 10ten November (§. 42.) den Hygrometer bis auf den 13ten November in dem Glase gelassen habe, so sahe ich, daß er von dem 41sten Grade an zwey völlige Umgänge bis zu dem 29sten Grade gemacht hatte. Ich setzte ihn also an die Luft, um seinen Gang, den er rückwärts machte, zu beobachten, wovon der Anfang an dem 13ten November frühe um 8 Uhr 15 Minuten war, und sich folgender Gestalt verhielte.

Zeit Minut.	Hygr. D Grade
0	0
1	1
2	2
3	3
4	4
5	6
6	14
7	18
8	26
9	34
11	49
12	58
13	65
14	68
15	73
18	81
20	95
21	99
24	133
25	145
26	162
27	168
31	207
37	251
39	267
40	278
41	289
46	339
50	373
54	407
60	442
65	470
72	508
77	531
86	569
90	584
95	599
105	629
115	649
140	682
165	699
180	706
190	711
205	713
230	716
260	719
300	721
335	723
365	724
390	726
460	727
525	727

Wenn man diese Tabelle mit der vorhergehenden vergleichet, so siehet man, daß hier der Gang im Anfange viel langsamer war, und daß er erst nach 47 Minuten schneller zu werden anfieng. Es scheinet also, daß die Saite erst bis auf einen gewissen Grad trocken werden müsse, ehe sie den Grad der Elasticität erhalten könne, der erfordert wird, wenn sie sich sehr geschwind drehen solle. Und da hernach, so wie sie immer trockner wird, ihre Bewegung langsamer fortgehet, so siehet man auch, daß mehr Kraft dazu gehöre, wenn sie sich noch mehr drehen soll, weil sie sich, je trockner sie wird, in den Zustand der Zusammendrückung wieder setzet, in welchen sie der Saitenmacher bey ihrem Drehen gebracht hatte.

§. 54.

Ich beobachtete eben dieses noch einmal den 24. Jänner 1769, nachdem ich den Hygrometer aus dem Glase nahm, in welchem ich denselben fünf Tage lang vorher habe stehen lassen (§. 47.). Ich konnte aber diese Beobachtung nicht fortsetzen, weil mir andere Geschäffte dazwischen kamen. Daher will ich nur dasjenige melden, was mir die Zeit zu beobachten erlaubte. Es war um 8½ Uhr, da ich den Hygrometer aus dem Glase heraus nahm, und die Nadel stund auf 140 Graden, nachdem sie ohngefähr 2⅐ Umgänge in dem Glase gemacht hatte. Sein Gang, den er wieder rückwärts machte, war wie folget.

Zeit Minuten	Hygr. D Grade	Zeit Minuten	Hygr. D Grade
0	0	85	340
9	7	90	387
10	8	102	450
15	21	105	460
37	58	112	497
41	72	115	504
45	90	125	540
53	144	——	——
60	218	232	1014
65	232	265	1014
70	250	285	1020
75	275	430	1020

Da bey diesem Versuche die Saite noch mehr Feuchtigkeit eingesogen hatte, so war anfänglich auch aus diesem Grunde der Gang der Nadel langsamer, ob sie gleich in einer wohl um 100 Grade trockeneren Luft abtrocknete. Allein hernach verdoppelte sie auch ihre Geschwindigkeit, und ich erstaunte, da ich nach einer zweystündigen Abwesenheit sahe, daß sie um 474 Grade fortgerückt war, und sich völlig in den Zustand gesetzet hatte, der mit dem Grade der Trockenheit der Luft übereinstimmte.

§. 55.

Ich will hier noch den Versuch anführen, den ich mit dem Hygrometer E gemacht habe, und welchen ich aus dem Glase den 14. November (§. 43.) Nachmittag um 1 Uhr 15 Minuten heraus

heraus nahm, als er auf 39 Graden stund. Sein Gang, den er zurück nahm, war folgender.

Zeit Minuten	Hygr. E Grade	Zeit Minuten	Hygr. E Grade
0	0	80	302
1	0	85	317
2	1	90	326
5	6	95	338
10	26	100	347
15	59	105	355
20	76	110	363
25	103	115	369
30	128	125	378
35	151	135	386
45	193	165	400
50	209	185	405
55	230	215	414
60	245	240	426
65	261	285	429
75	280	390	437

Hier war also der Gang anfangs ganz langsam, wie überhaupt ein jeder Gang der Nadel. Die Ursache davon ist sehr leicht zu begreifen, und ganz der Natur gemäß. Denn außer dem, daß die Saite des Hygrometers dicker war, so hatte sie nicht so viele Grade durchzulaufen. Dieser letzte Umstand macht, daß diese Tabelle nicht ohne Einschränkung mit der Tabelle des §. 52. verglichen werden kann, in Absicht auf die Diameter

meter der Saiten, welche, wie wir oben (§. 28.) gesehen haben, sich gegeneinander verhalten wie 19 zu 12. In diesem Verhältnisse sollten auch die Zeiten stehen, welche erfordert werden, eine gleiche Anzahl von Graden durchzugehen. Nun finden wir in den zwey Tabellen die Grade 347, welche der Hygrometer E in 100 Minuten und der Hygrometer D in 50 Minuten durchgelaufen hat: allein es ist

$$19 : 12 = 100 : 63\tfrac{3}{19},$$

so daß also der Hygrometer D hätte 63 Minuten dazu gebrauchen sollen. Er brauchte aber nur 50, weil sein Gang, um mehrere Grade zu durchlaufen, schneller seyn mußte. Das Verhältniß der Grade, welche sind 495 und 437 reduciret auch diese 63 Minuten auf 55, welches nicht so weit von 50 unterschieden ist. Gleichwie aber der Gang nicht völlig proportionirt ist, so will ich mich bey dieser Vergleichung nicht länger aufhalten.

§. 56.

Aus diesen Beobachtungen können wir den Schluß machen, daß, wenn die Feuchtigkeit der Luft sich schnell und stark verändert, die Hygrometer diese Veränderung durch eine sehr merkliche Bewegung anzeigen, daß aber diese Bewegung langsamer und unmerklicher werde, wenn die Feuchtigkeit sich nur um einige Grade verändert. Denn man siehet in allen diesen Tabellen (§. 52-55.), daß die letztern Grade sehr langsam angezeiget worden. Daher kann es

auch

auch geschehen, daß, wenn die Veränderungen der Luft schnell und häufig sind, der Hygrometer die neuere Veränderung anzeigt, ehe er sich noch völlig nach der vorher gegangenen gerichtet hat. Hieraus können auch die kleinen Abweichungen erkläret werden, die in der siebenten Figur gefunden werden, und wovon ich schon oben geredet habe (§. 37. seq.).

§. 57.

Bey den Beobachtungen des Hygrometers in dem Glase war es nicht wohl möglich, die Feuchtigkeit mit in Anschlag zu bringen, die durch die Ausdünstung des Wassers, welches den Boden des Glases bedeckte, verursachet worden. Denn da nur wenig Wasser erfordert wird, um die Luft sehr feucht zu machen, so begreifet man leicht, daß auch in den fünf Tagen, welche die Beobachtung, die §. 47. angeführet worden, daurete, die Oberfläche des Wassers nur sehr wenig abnehmen und sich senken konnte, besonders da seine Oberfläche sehr groß war. Es ist begreiflich, daß man diese Oberfläche vermindern mußte, um die Ausdünstung derselben kleiner und geringer zu machen. Und dieses verrichtete ich auf folgende Weise.

§. 58.

Ich nahm den 15. November 1768 ein Thermometerglas, dessen Kugel $10\frac{1}{3}$ Linien hatte; die Länge der Röhre war von vier Zollen und $7\frac{1}{2}$ Linien, ihr inwendiger Diameter aber hatte $1\frac{1}{8}$ Linie.

Linie. Ich füllete sie mit Wasser an, bis zu der Oeffnung der Röhre, und setzte sie in das Glas N. 1. (§. 4.), nachdem ich die Röhre in Linien getheilt hatte, um durch das Glas sehen zu können, wie weit die Oberfläche des Wassers herab sinken würde. Ich setzte auch noch in das Glas den Hygrometer F, bedeckte es mit einem runden Planglase von eben dem Diameter, und verkleibte die Fugen mit weich gemachtem Wachse, damit die Luft in dem Glase mit der äußerlichen Luft keine Gemeinschaft hätte. Nachdem solches geschehen, so beobachtete ich sowohl die Senkung der Oberfläche des Wassers in der Röhre, als den Gang des Hygrometers. Und weil das Wasser in der Röhre um etwas weniges höher steigen, oder tiefer stehen konnte, wegen der Veränderungen der Wärme, so bemerkte ich die Höhe des Morgens, ehe man das Zimmer heizte, weil alsdann das Thermometer in demselben gewöhnlich zwischen 9 und 10 Graden, das ist, auf Temperé stund. Ich muß auch erinnern, daß ich, um die Wirkung der Wärme ganz unfühlbar zu machen, mich gar wohl auf eine schlechte gläserne Röhre, die höchstens einen Zoll lang gewesen wäre, hätte einschränken können. Denn weil die Ausdünstung sich nach den Oberflächen richtet (§. 9. seq.), so ist offenbar, daß es einerley gewesen wäre. Bey dem allen aber wäre es dennoch nöthig gewesen, das Sinken der Oberfläche des Wassers alle Morgen zu beobachten. Denn, weil die Wärme die Ausdünstung veränderlich machet (§. 19. seq.),

so

so siehet man, daß man auf diese Weise die Wirkung der täglichen Veränderung der Wärme beobachtet. Ich bemerkte auch noch, daß gemeiniglich um den Mittag der Hygrometer ein wenig zurück gieng, während daß die Wärme in dem Zimmer auf das höchste stieg. Ich habe aber auch oben (§. 49.) in der vierzehnten Figur schon gezeiget, daß die Wirkungen der Veränderung der Wärme wieder ersetzet werden, so daß das Ganze des Ganges des Hygrometers sich nach einem Grade der mittlern und beständigen Wärme fest setzen lasse.

T.	St. M.	Hygrom.	Ausd.
15	— 9. 55	251	0
	57	249	
	— 10. 0	246	
	5	243	
	10	241	
	15	239	
	20	238	
	30	244	
	35	246	
	45	246	
	55	248	
	— 11. 10	248	
	25	251	
	35	253	
	45	254	

T.		St. M.	Hygrom.	Ausd.
	+	1. 5	252	
		2. 45	258	
		4. 30	266	
		6. 45	267	
		8. 10	269	
		8. 50	271	
		9. 50	272	
16	—	7. 30	285	
		8. 35	287	
		9. 55	283	
		10. 30	273	
	+	0. 35	270	
		1. 10	268	
		1. 30	268	
		6. 15	282	
		10. 45	284	
17	—	8. 0	295	
		9. 10	296	
		11. 35	294	
	+	1. 15	287	
		5. 30	294	
		11. 5	296	
18	—	8. 25	304	2
		10. 0	303	
		11. 30	292	
	+	1. 35	293	
		4. 37	298	
		8. 20	300	

T.		St. M.	Hygro.	Ausd.
19	—	8. 15	309	
		10. 45	308	
	+	1. 30	308	
		6. 40	308	
20	—	8. 15	317	
	+	0. 10	316	
	+	7. 20	317	
21	—	8. 30	323	3½
	+	1. 15	322	
	+	11. 20	323	
22	—	8. 35	329	
	+	2. 20	324	
	+	11. 35	328	
23	—	8. 45	332	
	+	1. 20	324	
	+	10. 55	327	
24	—	8. 10	332	4
	+	0. 55	316	
	+	10. 45	332	
25	—	8. 15	329	
	+	2. 45	323	
26	—	0. 25	324	
	—	7. 50	334	4½
	+	1. 25	324	
27	—	0. 35	328	
	—	8. 5	334	
	+	0. 55	318	
	+	11. 20	328	

T.		St. M.	Hygro.	Ausd.
28	—	7. 20	335	
	+	0. 8	328	
	+	10. 35	332	
29	—	8. 10	336	
	+	10. 45	333	5¼
30	—	7. 30	338	
	+	11. 45	337	
1	—	7. 35	341	
	+	0. 5	337	
2	—	8. 15	347	6
	+	0. 5	336	
3	—	0. 25	339	
	—	8. 10	346	
	+	0. 25	332	
	+	10. 45	338	
4	—	8. 10	345	
	+	1. 30	338	
	+	10. 20	336	
5	—	8. 30	344	6¼
	+	11. 20	335	
6	—	8. 30	341	
	—	11. 10	349	
		11. 24	331	
7	—	8. 30	338	7
	+	10. 52	327	
8	—	8. 28	334	
	+	1. 20	328	
	+	11. 15	329	7¼
9	—	8. 50	337	

T.	St. M.	Hygro.	Ausd.
	+ 2. 20	331	
	+ 10. 35	332	
10	+ 10. 2	330	
11	— 8. 0	337	7¾
12	— 8. 0	337	
	+ 3. 30	334	
13	— 8. 30	338	8¼

Hiebey muß ich auch dieses bemerken, daß ich an dem 6. Decemb. das Glas Abends einige Stunden lang in ein kaltes Zimmer gesetzt habe, um zu sehen, ob die Ausdünstung hiedurch beschleuniget würde, wie es auch in der That etwas weniges dazu beytruge.

§. 59.

Aus diesem Versuche lernte ich, daß ich in das Glas gar wohl eine Röhre von einem größern Diameter setzen könnte, und ich that solches auch den 13. Dec. um 1 Uhr 5 Minuten Nachmittags. Ich hatte diese Zwischenzeit nöthig, um den Hygrometer wieder an die Luft zu setzen, damit die Nadel wieder auf den Grad zurücke kommen möchte, der mit der Feuchtigkeit der äußerlichen Luft übereinstimmete. Ich füllete daher eine Art einer Phiole, die einem Thermometerglase vollkommen ähnlich sahe, mit Wasser an. Der Diameter der Kugel war 14½, der innere Diameter des Cylinders oder der Röhre gerade 3 Linien, und die Länge der Röhre hielt

$37\frac{1}{2}$ Linien. Die Röhre war bis zu oberst voll, und eine Scala, in Linien getheilet, wurde darauf geklebet. Hierauf setzte ich diese Phiole und den Hygrometer in eben das Glas N. 1, bedeckte solches, und verstopfte die Fugen wohl mit Wachse. Meine Beobachtungen lehreten mich folgendes.

T.		St. M.	Hygro.	Ausd.
13	+	1. 5	244	0
		5. 15	310	
		7. 0	317	
		8. 0	323	
		9. 40	334	
14	—	8. 0	14	
	—	11. 0	7	
	+	7. 25	39	
	+	10. 0	46	
15	—	8. 0	89	
	+	2. 20	54	
	+	10. 0	118	1
16	—	8. 0	159	
	+	4. 10	149	
17	—	0. 15	172	
	—	8. 15	208	
	+	5. 25	218	
	+	11. 6	225	
18	—	8. 35	258	2
	—	11. 45	193	
	+	10. 7	241	

T.		St. M.		Hygro.	Ausd.
19	—	8.	0	270	
	+	10.	30	258	
20	—	8.	0	290	
	+	1.	45	249	
	+	5.	35	294	
	+	10.	25	294	$2\frac{3}{5}$
21	—	9.	0	317	
	+	11.	0	320	
22	—	8.	0	339	
	+	1.	0	285	
	+	10.	0	338	
23	—	9.	0	358	3
	+	6.	0	348	
	+	10.	30	343	
24	—	8.	0	3	
25	—	8.	0	8	
	+	0.	30	289	
	+	10.	0	2	
26	—	8.	0	14	
	+	1.	0	342	
	+	10.	0	2	
27	—	8.	0	24	
	+	8.	30	8	
28	—	8.	0	36	
	+	1.	0	349	
	+	10.	0	30	
29	—	8.	0	43	
	+	1.	30	3	
	+	9.	30	24	

T.		St.	M.	Hygro.	Ausd.
30	—	7.	30	50	
	✝	9.	30	22	4
31	—	8.	0	46	
	✝	11.	30	24	
1	—	8.	0	49	
	✝	10.	0	26	
2	—	8.	0	57	
3	—	8.	0	59	
	✝	6.	0	26	$4\frac{1}{2}$
4	—	8.	0	71	
	✝	10.	0	43	
5	—	8.	0	78	
	✝	10.	0	47	
6	—	8.	0	88	
	✝	9.	0	41	
7	—	8.	0	96	5
	✝	9.	30	46	
8	—	8.	0	103	
9	—	8.	0	95	
10	—	8.	0	96	
11	—	8.	0	90	
12	—	8.	0	100	
13	—	8.	0	114	
14	—	8.	0	120	
15	—	8.	0	116	
16	—	8.	0	115	
17	—	8.	0	117	6

§. 60.

Man siehet, bey diesen beyden Versuchen, daß ich an den ersteren Tagen den Hygrometer fleißiger beobachtet habe, damit ich die tägliche Veränderungen bemerken möchte, die von den Veränderungen der Wärme herkamen, und welche verursachten, daß die Nadel alle Tage um den Mittag zurück gieng. Man siehet auch leicht, daß die Ausdünstung allgemach langsamer von statten gieng, so wie die schon ausgedünstete Menge die Luft feuchter machte. Und da die kleine Röhre weniger als die große ausdünstete, indem die Grundflächen der Cylinder sich wie 1 zu 7 gegeneinander verhielten; so erhellet auch hieraus, warum bey dem ersten Versuche mehr Linien ausdünsteten, als bey dem zweyten, obgleich dieser 35 und der erste nur 28 Tage gedauret hatte. Ich habe in der sechsten Figur die krumme Linie der Ausdünstung in dem zweyten Versuche gezeichnet: die Linie der Abscissen bedeutet die Tage und die Ordonaten 1, 2, 3, 4, 5, 6, bezeichnen eben so viele Linien der Ausdünstung. Da die krumme Linie AD ihre Concavität gegen die Achse hinwendet, so siehet man hieraus, daß die Ausdünstung langsamer wird.

Tab. I. Fig. 6.

§. 61.

Diese Beobachtungen, und besonders diejenige, welche bey dem letzten Versuche gemacht worden, setzen uns nun in den Stand, den Grad

der Feuchtigkeit zu schätzen, den die Luft in dem Glase bey jeder Linie der Ausdünstung mehr hatte. Denn das Volumen der in dem Glase enthaltenen Luft ist gegeben, und wir haben oben schon gesehen, daß es 39 Cubikzolle enthielte. Weil nun der inwendige Diameter der Röhre genau 3 Linien hatte, so darf man nur ausrechnen, wie viel Cubiklinien ein Cylinder enthalte, dessen Diameter 3 Linien, und dessen Höhe eine Linie ausmacht. Dieses giebt, nach dem Verhältnisse des Archimedes $7\frac{1}{14}$, oder noch genauer $7\frac{2}{29}$ Linien. Wir können aber, ohne einen beträchtlichen Irrthum zu begehen, die gerade Zahl von 7 Linien annehmen, und wollen also, weil die Kugel, die Röhre und der Hygrometer ungefähr einen Cubikzoll Raum einnahmen, dem Volumen der in dem Glase eingeschlossenen Luft 38 Zolle geben: welches 38. 1728 Cubiklinien ausmacht. Dividiret man nun 38. 1728 mit 7, so erhält man 9380, so daß also das Volumen der Luft 9380mal größer ist, als der Cylinder, dessen Diameter 3 Linien hat, und der eine Linie hoch ist. Da aber das Wasser 840mal schwerer ist als die Luft, so ist offenbar, wenn man das Gewicht vergleichen will, daß man die 9380 mit 840 dividiren müsse, wodurch man $\frac{67}{6}$ erhält: folglich vermehrte eine jede Linie Wasser, welche bey dem zweyten Versuche ausdünstete, die specifische Schwere der Luft um einen $\frac{6}{67}$ Theil. Oder wenn man auch das Gewicht der Luft vor der Ausdünstung gleich 67 annimmt, so wurde es bey einer jeden Linie Wassers, welches aus

der

der Röhre ausdünstete, um 6 vermehret. Da nun ein Cubikschuh Luft ungefähr $\frac{1}{12}$ Pfund oder 640 Gran schwer ist, so muß man $57\frac{1}{7}$ oder überhaupt 57 Gran Vermehrung rechnen für eine jede Linie Wassers, die aus der Röhre ausdünstete.

§. 62.

Weil ich aber noch gerne die Ausdünstung mit dem Gange des Hygrometers vergleichen wollte, so habe ich mich hiezu der Grade bedienet, welche ich in den Frühestunden beobachtet hatte, um hieraus die Anomalien zu folgern, die von der Veränderung der Wärme herkamen (§. 58.) Nach diesem Grunde habe ich die eilfte Figur gezeichnet, wo die Linie der Abscissen AB in sechs gleiche Theile getheilet ist, welche die bemerkten 6 Linien der Ausdünstung anzeigen sollen. Die Ordonnaten, die auf dem Maaßstabe BD genommen worden, stellen die Grade vor, welche die Nadel des Hygrometers durchgelaufen ist. Da nun die krumme Linie AD ihre Concavität gegen AB hinwendet, so siehet man, daß der Gang des Hygrometers langsamer wird, wenn schon die Feuchtigkeit noch in gleichem Maaße zunimmt.

Tab. II. Fig. 11.

§. 63.

Ich habe auch in eben dieser Figur die krumme Linie gezeichnet, welche den Gang des Hygrometers in dem ersten Versuche vorstellet, und

zwar

zwar für eben so viele Linien Ausdünstung der kleiner Röhre, die eine siebenmal kleinere Oeffnung hatte. Dahero sind auch die Ordonnaten ungefähr siebenmal kleiner. Denn wenn die Ordonnate CD 610 Grade hat, so hat die Ordonnate CB kaum 90 Grade. Ich muß zwar gestehen, daß ich damit nicht zufrieden bin, denn eigentlich hätte die Ordonnate CB der Ordonnate EF, welche sich gründet auf AE $= \frac{1}{7}$ AB, gleich seyn sollen, weil eine Ausdünstung von $\frac{6}{7}$ Linie der großen Röhre eben den Grad der Feuchtigkeit hervorbringen soll, den eine Ausdünstung von 6 Linien der kleinen Röhre verursachet: und dieses sollte machen CB $=$ EF, weil CB viel kleiner ist. Man kann also vermuthen, daß in dem einen und in dem andern Falle das ausgedünstete Wasser sich zum Theil an das Glas angehänget habe, und weil es hiezu bey dem ersten Versuche mehr Zeit hatte, als bey dem zweyten, so hat dieses wenigstens zum Theil den Unterschied verursachen können, den man zwischen den Ordonaten BC, EF bemerket. Man kann auch annehmen, daß, weil bey dem zweyten Versuche siebenmal mehr Wasser in einerley Zeit ausdünstete, dieses mit mehrerer Kraft auf den Hygrometer wirken konnte, als bey dem ersten Versuche. Denn es ist wohl gewiß, daß die Saite des Hygrometers, sie mag so empfindlich seyn, als es möglich ist, solches doch nicht unendlich ist. Man muß ihr allezeit einen gewissen Grad der Trägheit zuschreiben,

welche

welche macht, daß eine kleine Veränderung der Feuchtigkeit bey ihr unwirksam ist. Daher wird man besser thun, wenn man sich an den zweyten Versuch hält, bey welchem alle diese kleinen Unrichtigkeiten natürlicher Weise weit weniger in das Aug fallen und merklich werden müssen.

§. 64.

Da nun die sechs Linien Wassers, welche in dem letzten Versuche ausgedünstet sind, die Nadel des Hygrometers F 610 Grade herum getrieben haben, so folget hieraus, daß der Hygrometer A nur 220 Grade gemacht hätte. Denn wenn die Saiten von einerley Dicke sind, so erfolgen ihre Bewegungen nach dem Verhältnisse ihrer Länge. Nun ist aber (§. 28. 31.)

$$33\tfrac{1}{2} : 12 = 610 : 219$$

oder die gerade Zahl 220 Grade. Diese Veränderung des Hygrometers A ist in der freyen Luft gar wohl möglich; und es folget also hieraus, daß die Feuchtigkeit der Atmosphäre eben so veränderlich seyn kann, als die Feuchtigkeit der eingesperrten Luft in dem Glase. Wir haben aber gesehen (§. 61.), daß ein Cubikschuh dieser Luft bey jeder Linie Ausdünstung 57 Gran schwerer wurde, welches für 6 Linien 342 Gran ausmacht. Wenn man nun diese mit 640 Gran addiret, so erhält man für einen Cubikschuh sehr feuchter Luft das Gewicht von 982 Gran, welches sich gegeneinander wie 13 zu 20 verhält. Ich habe bereits in einer Abhand-

lung

lung über die Geschwindigkeit des Schalles gezeiget, daß die Luft gar wohl mit einem Drittheile ihres Gewichtes oder ihrer Schwere von wässerichten und unelastischen Theilgen beladen seyn kann, und wir sehen also, daß das Resultat des letztern Versuches demjenigen nicht entgegen läuft, was ich aus andern Gründen hergeleitet habe, die völlig verschieden sind, von denjenigen, die ich in dieser gegenwärtigen Abhandlung gezeiget habe. Uebrigens ist es wohl gewiß, daß die Luft noch mehr mit Dünsten beladen seyn kann: und sie wäre es auch unstreitig bey den Versuchen des §. 47, wo der Hygrometer D einen Umlauf von 840, ja wohl gar 1020 Graden gemacht hatte, da er in einer trockenern Luft (§. 54.) sich befand, als diejenige zu der Zeit war, da ich ihn in das Glas setzte. Da nun die Saiten der Hygrometer von einerley Dicke sind, so siehet man, daß der Hygrometer F in eben diesen Umständen einen noch weit größern Umlauf, nämlich einen von 1890 Graden würde gemacht haben. Denn es ist (§. 28. 30.)

$$18 : 33\tfrac{1}{2} = 1020 : 1898$$

oder die gerade Zahl 1900 Grade, welches mehr als dreymal 610 Grade ausmacht, welche er wegen der Ausdünstung von 6 Linien Wassers durchlaufen mußte. Indessen scheinet es doch nicht wahrscheinlich zu seyn, daß die freye Luft jemals so feucht werden könne, als sie in dem Glase nach fünf Tagen der Ausdünstung des

Was-

Wassers, welches den Boden desselben bedeckte, gewesen ist. Ich habe wenigstens den Hygrometer A noch niemalen unter dem Grade VI gesehen, und er stund auf demselben zu einer Zeit, wo die Feuchtigkeit der Luft sich sehr merklich an die Mauren, an die Leinwand und an das Papier anhängte. Der Grad der größten Trockenheit, den ich noch bemerket habe, ist der Grad III, (dieses war der 28 May 1769, wo die Luft so trocken war, daß die Dinte nicht nur auf dem Papiere, sondern auch in der Feder plötzlich vertrocknete) so daß also die größte Veränderung dieses Hygrometers nicht über 270° oder $\frac{3}{4}$ der Scheibe betrug.

§. 65.

Ich habe bereits oben gesagt, daß die Hygrometer, die von Schwämmen gemacht worden, nicht sehr empfindlich sind (§. 26.). Um mich davon gehörig zu überzeugen, nahm ich einen kleinen Schwamm, der nur 38 Grane Berliner Gewicht wog. Ich tauchte solchen ins Wasser, und nachdem ich hierauf das Wasser wieder ausgedrückt hatte, fand ich ihn 93 Grane schwer, so daß er also 55 Grane Feuchtigkeit mehr hatte, als da er trocken war. Es geschah solches den 19. October 1768 um $3\frac{1}{2}$ Uhr Nachmittags. Ich hängte ihn an eine Wage, damit ich die allmählige Verminderung dieser 55 Grane Wassers messen könnte, und fand

Zeit

Zeit		Gewicht
St.	'	
0.	0	55
2.	25	42
3.	20	41
5.	21	32
6.	45	27
16.	0	9

so daß nach einer Zeit von 16 Stunden derselbe noch 9 Grane Feuchtigkeit hatte.

§. 66.

Den 20sten October 1768 um 7 Uhr des Morgens nahm ich einen andern Schwamm, der 51 Grane wog, und nachdem ich ihn angefeuchtet hatte, 138 Grane hatte, so daß sich 87 Grane Wassers darinnen befanden. Als ich ihn trocknete, verlohr er diese 87 Grane auf folgende Weise.

Zeit		Gewicht
St.	'	
0.	0	87
0.	18	85
0.	55	81
1.	30	78
2.	5	75
3.	4	72
5.	1	64
6.	11	60
7.	14	56

Zeit St. '	Gewicht
8. 54	50
10. 18	46
11. 28	42
12. 34	39
13. 30	36
15. 20	31
16. 12	29
22. 5	21
24. 50	17
25. 45	16
26. 30	14
27. 35	13
28. 34	12
29. 49	11
31. 11	10
33. 48	7
38. 35	4
48. 22	1

Es wurde also eine Zeit von zwey Tagen erfordert, bis dieser Schwamm alle Feuchtigkeit verlohren, die er an sich gezogen hatte.

§. 67.

Den 22. October 1768 um acht Uhr des Morgens band ich diese beede Schwämme zusammen, welche 138 Grane Wasser in sich schluckten. Diese Feuchtigket verlohr sich folgender maßen:

Zeit		Gewicht
St.	'	
0.	0	138
1.	0	133
3.	30	125
6.	22	114
8.	35	107
9.	45	104
13.	5	97
14.	32	94
24.	0	73
26.	20	68
28.	30	63
30.	0	60
34.	0	53
48.	0	36
51.	30	32
54.	0	26
57.	30	21
62.	0	17
72.	0	11
83.	0	6
96.	0	3

so daß dieser Schwamm in einer Zeit von vier Tagen noch nicht völlig wieder trocken worden ist.

§. 68.

Da während der Zeit, daß diese drey Versuche gemacht worden, die Feuchtigkeit der äußern Luft nur sehr wenig sich veränderte, so müssen

sen die Schwämme regelmäßig genug getrocknet seyn. Die fünfzehnte Figur stellt alle drey Versuche deutlich vor Augen. Die Abscissen bedeuten die Zeit, die Ordonnaten zeigen für jeden Augenblick das Gewicht der Feuchtigkeit, die noch in dem Schwamme übrig war. Nur in D war die Vertrocknung ein wenig unregelmäßig, wie man aus der punktirten Linie siehet. Bey der siebenten Figur erblicket man auch, daß an dem 24sten October die Feuchtigkeit der Luft etwas mehr sich verändert hatte.

Tab. III. Fig. 15.

§. 69.

Die Schwämme konnten nicht anders austrocknen, als wenn die äußere Luft unmittelbar die Wassertheilgen berührte, welche sie verschluckt hatten. Daher mußte das Trocknen bey den äußerlichen Oberflächen anfangen, welches auch die Erfahrung bestättiget. Man darf nur einen Schwamm trocken werden lassen. Die äußersten Theile desselben werden trocken seyn, wenn die inneren Theile noch sehr feucht und naß sind. Wenn man anstatt eines nassen Schwammes eine Wasserkugel annimmt, welche der freyen Luft ausgesetzet ist, so muß nach dem Gesetze der Oberflächen (§. 9.) der Diameter abnehmen in einem einfachen und geraden Verhältnisse der Zeit. Denn die Schwere der Kugel verhält sich wie der Cubus des Diameters. Folglich vermindert sich diese Schwere in einem cubischen

 Ver-

Verhältnisse mit der Zeit, welche die Luft noch nöthig hat, um die Ausdünstung völlig zu Stande zu bringen. Wenn also die Vertrocknung des Schwammes eben dieser Regel gemäß erfolgte, so würde die Cubikwurzel der Feuchtigkeit in dem einfachen Verhältnisse der Zeit abnehmen. Da aber der Zugang der Luft zu den inneren Theilen des Schwammes nicht so frey ist, so scheinet der Schwamm auch etwas langsamer abgetrocknet zu seyn. Es mag aber seyn wie es will, so ist es leicht, die Probe davon nach dem dritten dieser Versuche (§. 67.) zu machen, wenn man die Zeit von 12 zu 12 Stunden dazu nimmt.

Zeit	Gewicht	Cubikwurzel	Differenz
0	138	5, 17	——
12	101	4, 66	0, 51
24	72	4, 16	0, 50
36	49	3, 66	0, 50
48	33	3, 21	0, 45
60	20	2, 71	0, 50
72	12	2, 29	0, 42
84	7	1, 91	0, 38
96	3	1, 44	0, 47

Alle diese Differenzen sollten gleich seyn. Sie sind zwar bis ungefähr auf eine oder die andere Anomalie nicht sehr unterschieden: jedoch scheinet es, daß sie gegen das Ende hin abnehmen, und solches ist ein Zeichen, daß der Schwamm etwas langsamer trocknete, als eine Wasserkugel gethan hätte.

§. 70.

§. 70.

Bey dem zweyten Versuche haben wir

Zeit	Gewicht	Cubikwurzel	Differenz
0	87	4, 43	——
12	41	3, 45	0, 98
24	18	2, 62	0, 83
36	6	1, 81	0, 81
48	1	1, 00	0, 81

Hier sind die Differenzen noch ziemlich gleich, wiewohl gegen das Ende ein wenig kleiner, jedoch viel größer als bey dem dritten Versuche.

§. 71.

Bey dem ersten Versuche haben wir

Zeit	Gewicht	Cubikwurzel	Differenz
0	55	3, 80	——
12	14	2, 41	1, 39
24	1	1, 00	1, 41

Auch hier sind die Differenzen sehr gleich, jedoch größer als bey dem zweyten Versuche.

§. 72.

Diese Differenz kommt daher, weil bey den drey Schwämmen das Verhältniß zwischen dem Volumen und der Oberfläche nicht einerley ist, sondern dasselbe abnimmt, so wie das Volumen größer ist. Es kommt noch eine andere Ursache

dazu, nämlich diese, daß der Zugang der äußerlichen Luft zu den innern Theilen des Schwammes schwerer gemacht wird, je nachdem der Diameter des Schwammes größer ist, und dieses muß auch das Trocknen desselben verzögern. Das Gewicht der Schwämme war von 38, 51 und 89 Granen, und diese Zahlen sind zu gleicher Zeit wie ihr Volumen. Weil aber die Figur der Schwämme nicht ganz regelmäßig war, so will ich in dieser Absicht kein Verhältniß bestimmen.

Tab. I.

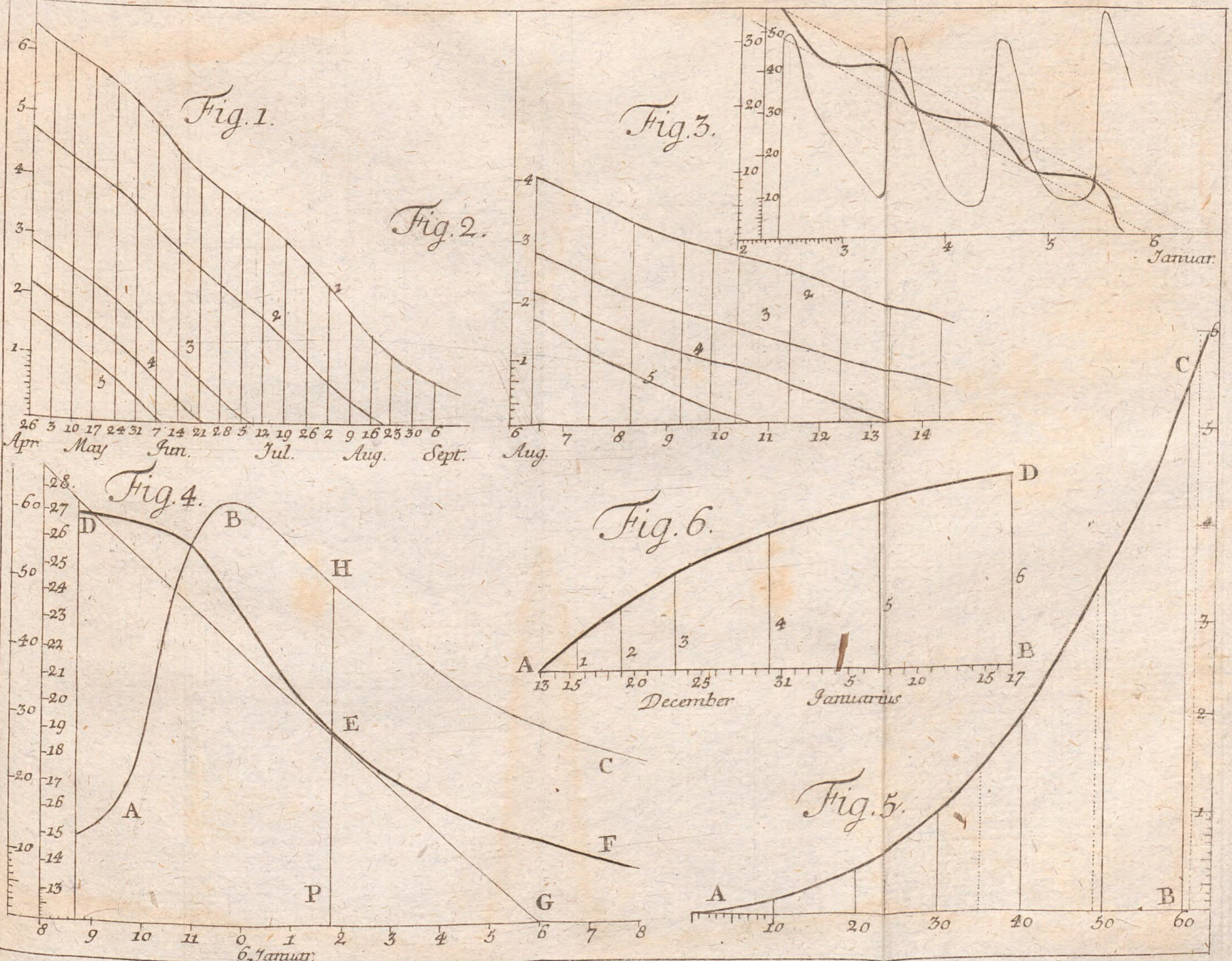


Fig. 1.
Apr. May Jun. Jul. Aug. Sept.
Fig. 2.
Aug.
Fig. 3.
Januar.
Fig. 4.
A B C D E F G H P
6. Januar.
Fig. 5.
A B C
Fig. 6.
A B D
December Januarius

Fig. 7.

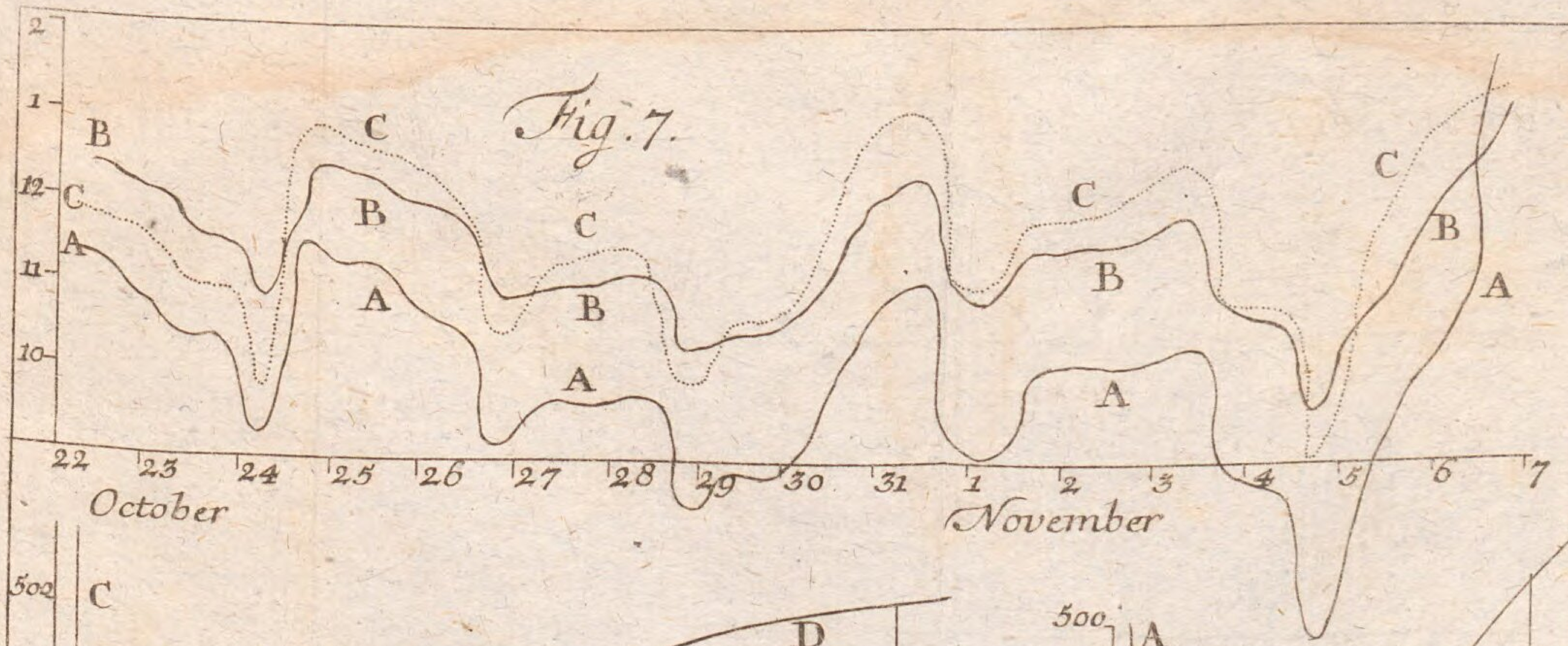


Fig. 8.

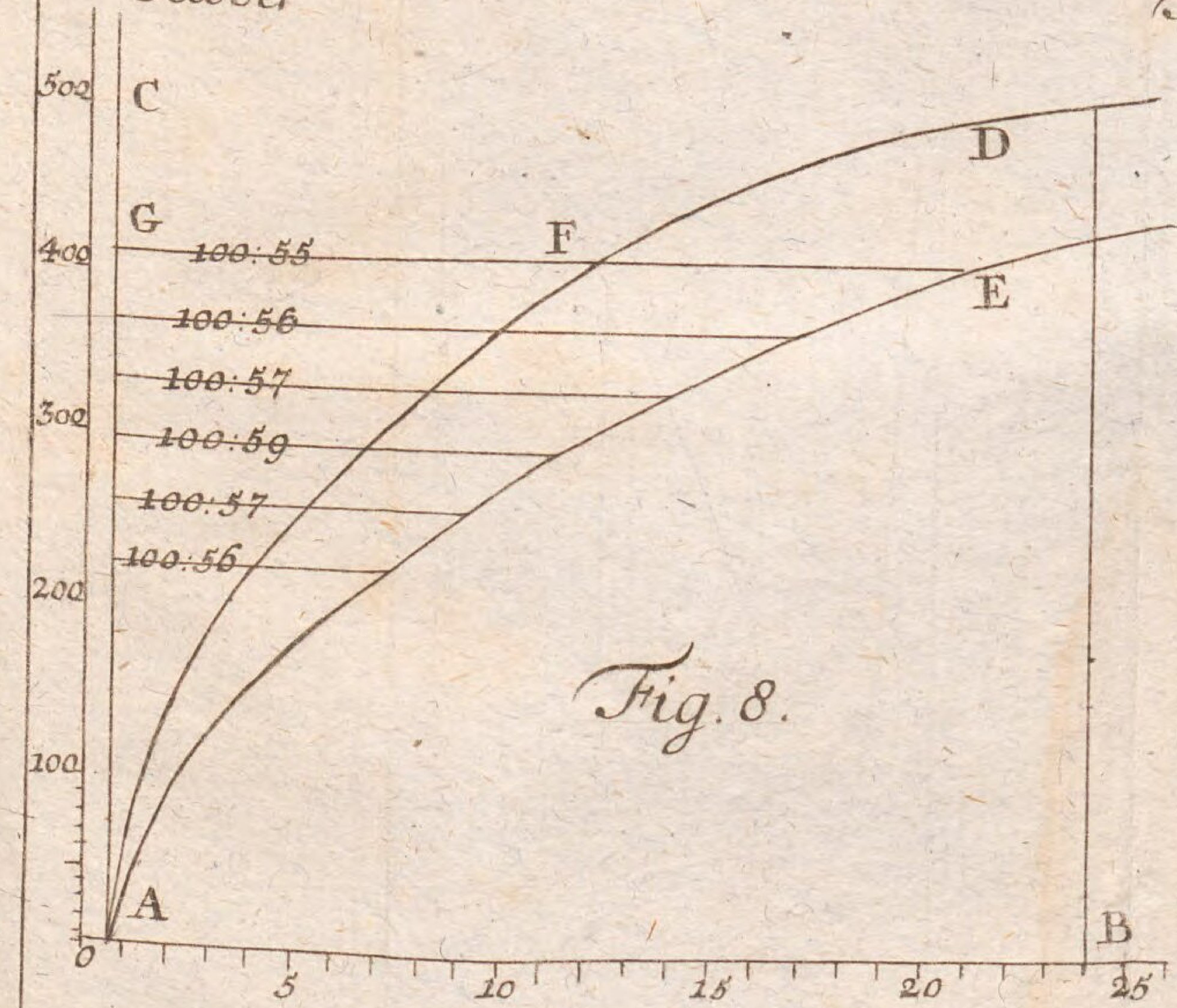


Fig. 10.

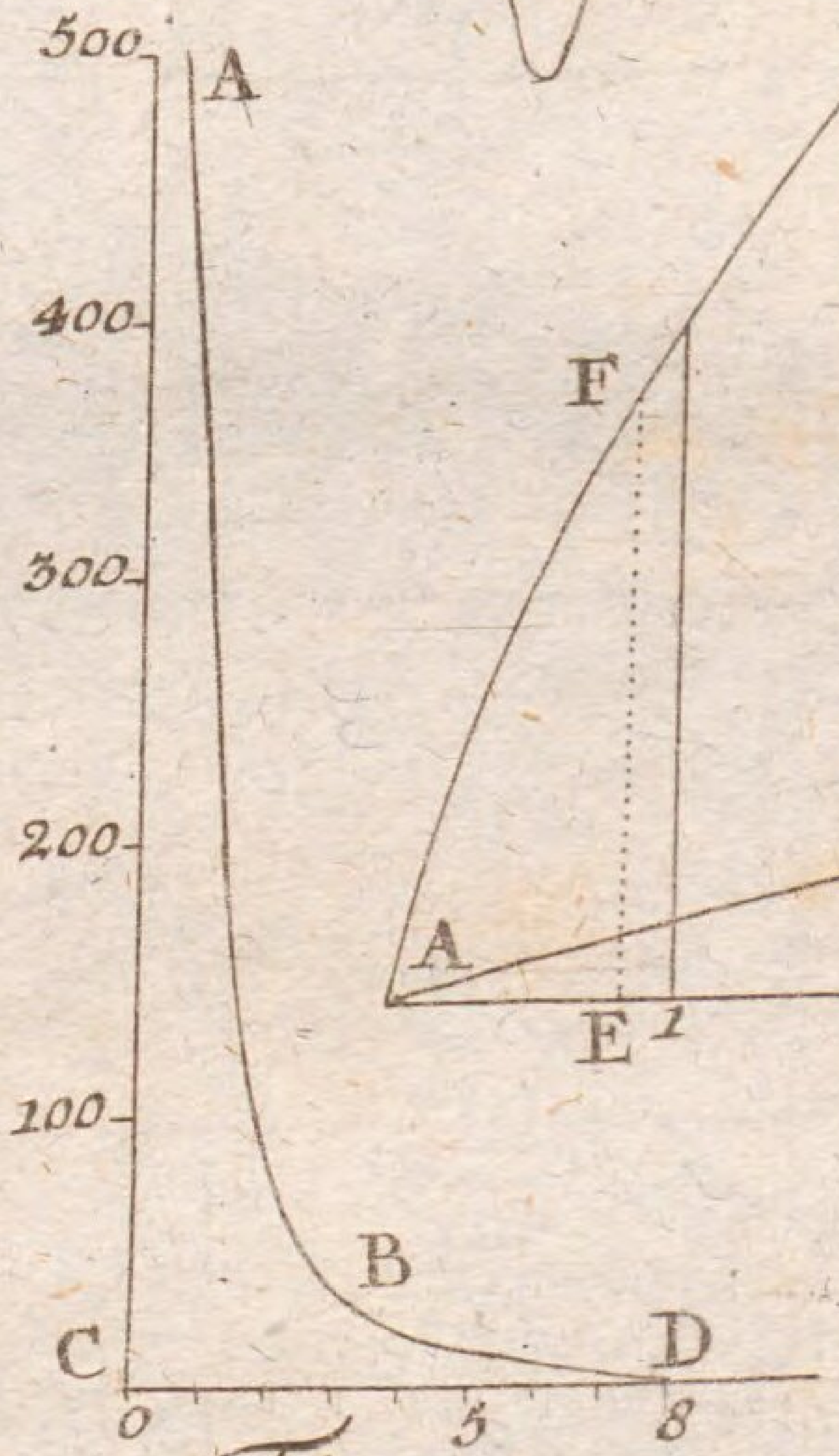


Fig. 11.

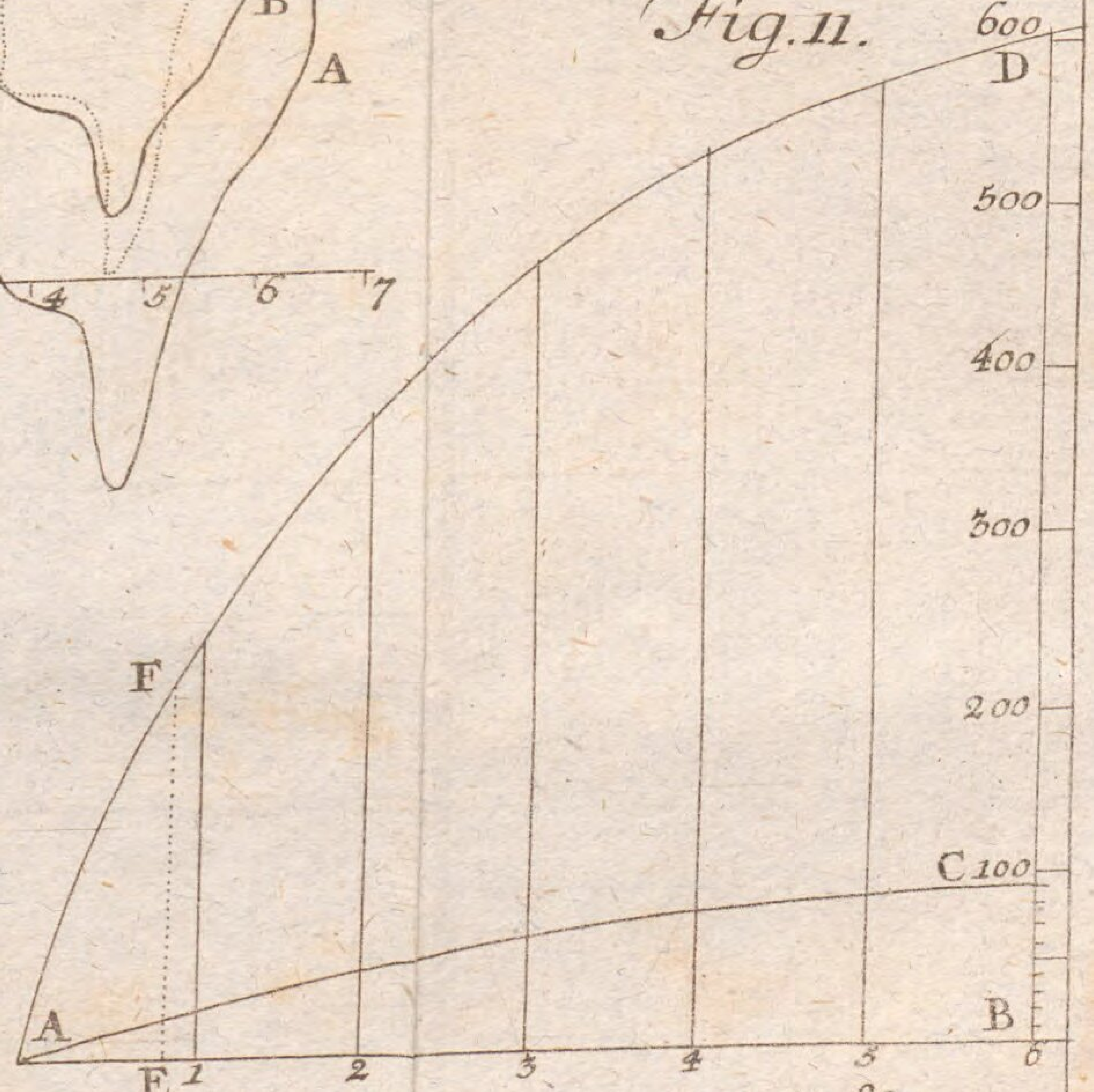


Fig. 9.

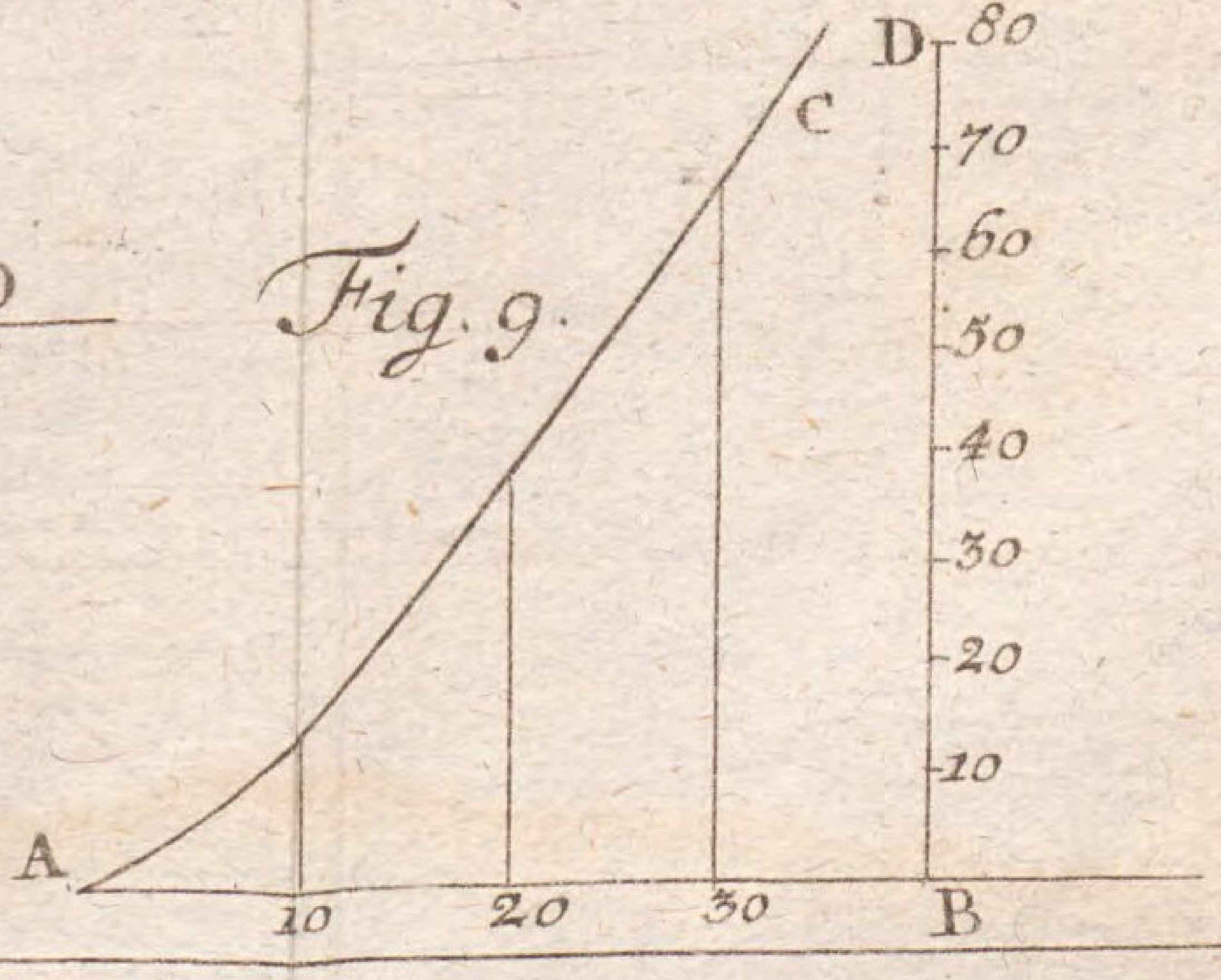
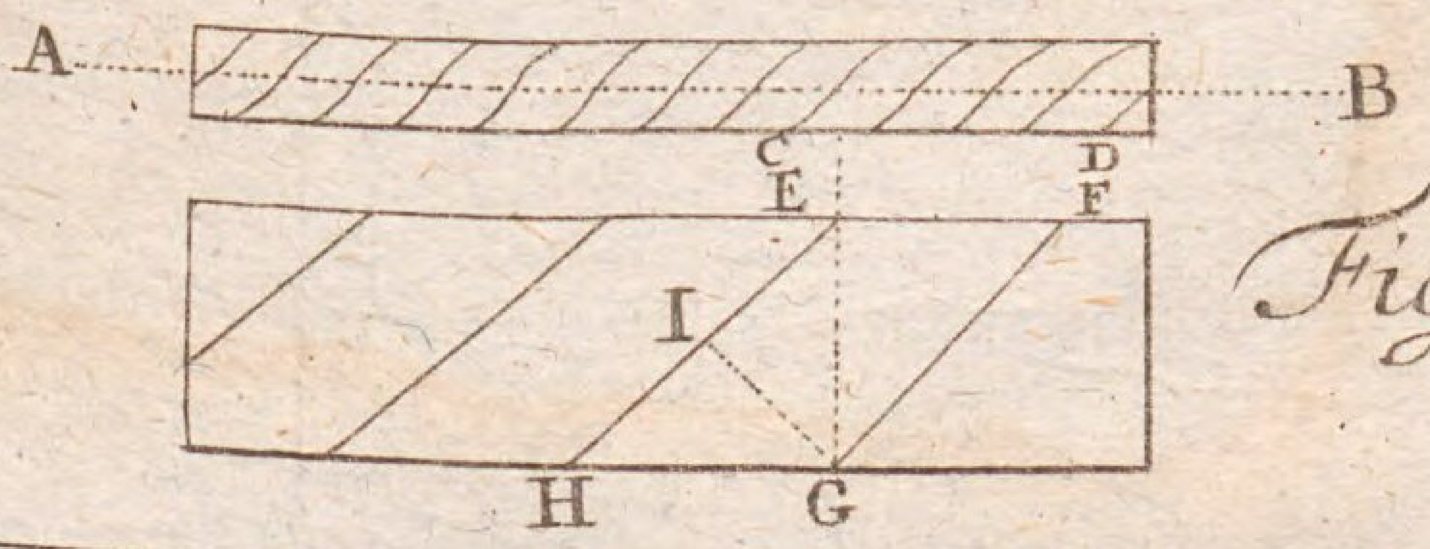
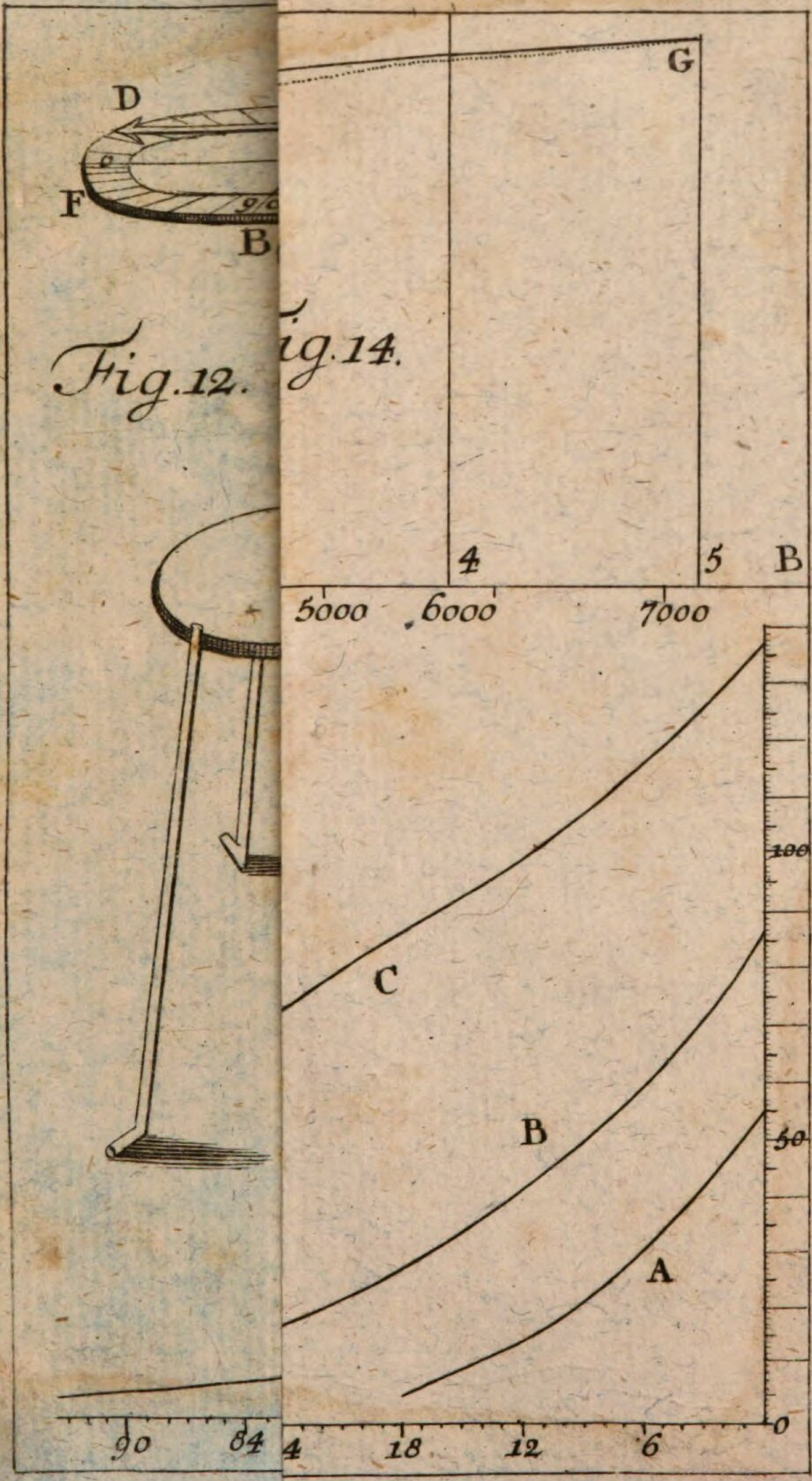


Fig. 13.



Tab. III.



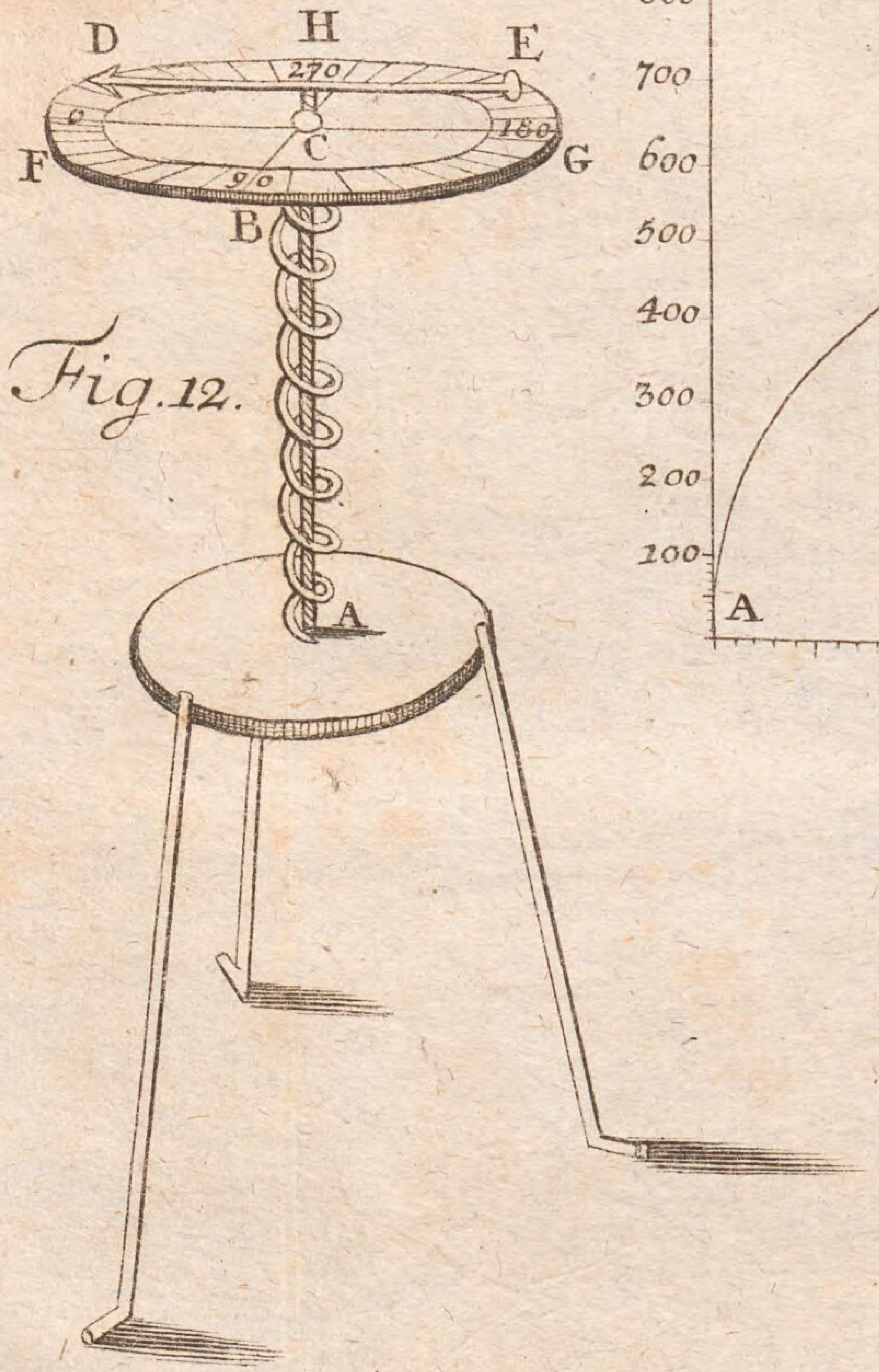


Fig. 12.

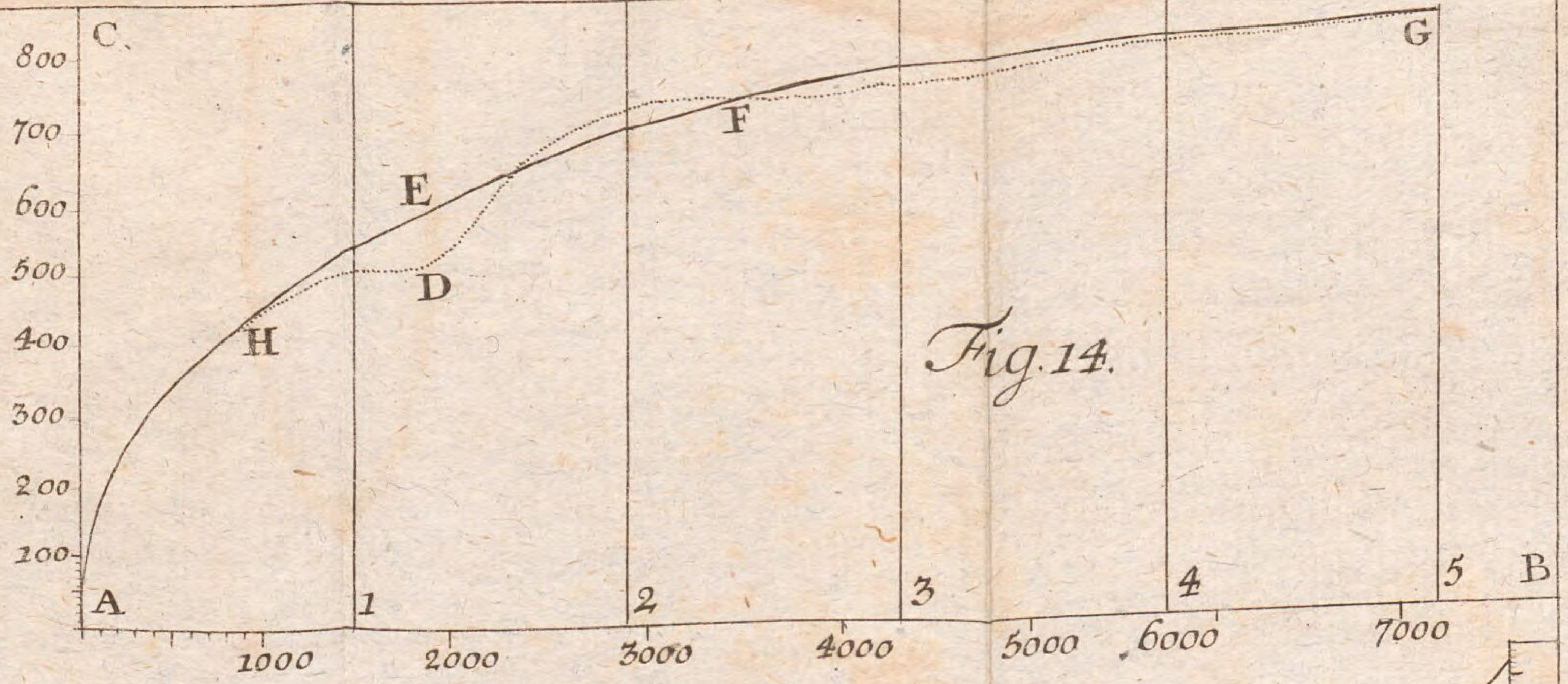


Fig. 14.

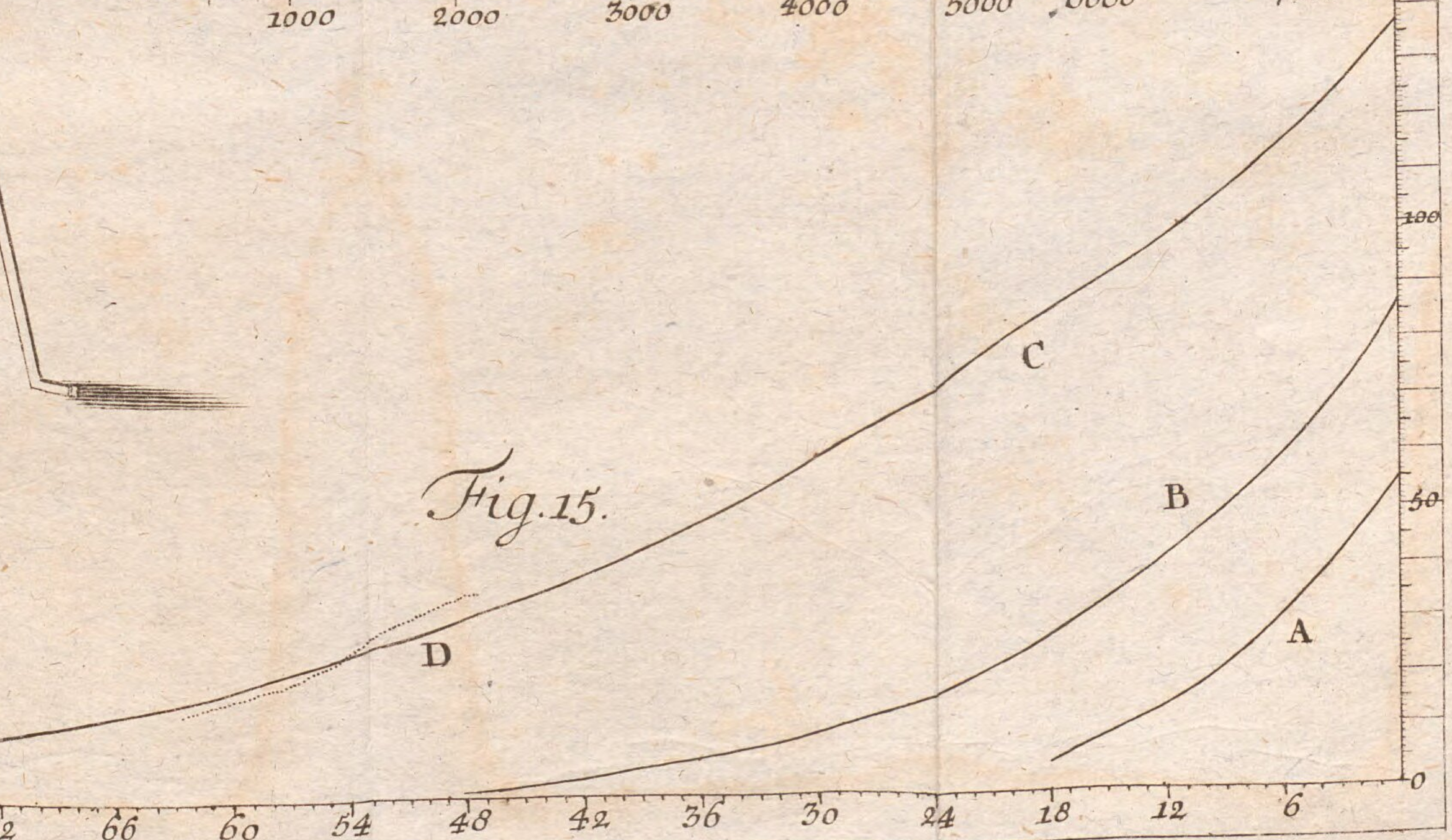


Fig. 15.

Fig 12

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Lambert, Johann Heinrich,

Herrn Prof. Lamberts Hygrometrie oder Abhandlung von den Hygrometern Aus dem Französischen übersetzt

Augsburg 1774

Phys.sp. 367
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10134110-9
VD18 14486229